

VU Research Portal

Ruimte gerelateerde indicatoren voor duurzaamheid

de Boer, J.; Janssen, R.

1999

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

de Boer, J., & Janssen, R. (1999). *Ruimte gerelateerde indicatoren voor duurzaamheid*. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Ruimte gerelateerde indicatoren voor duurzaamheid

Eindrapport tweede fase

1999

Ruimte gerelateerde indicatoren voor duurzaamheid

Eindrapport tweede fase

1999

J. de Boer
R. Janssen

Inhoudsopgave

Samenvatting 0

1 Doel en context van deze studie 1

- 1.1 Inleiding 1
- 1.2 Doel en vraagstelling 2
- 1.3 Opbouw van dit rapport 3

2 Beslissingen over infrastructuur in relatie met duurzaamheid 4

- 2.1 Inleiding 4
- 2.2 Beslissingen over infrastructuur 4
- 2.3 Uitspraken over duurzaamheid 7

3 Uitwerking van het raamwerk van duurzaamheidsindicatoren 12

- 3.1 Inleiding 12
- 3.2 Het raamwerk van indicatoren 12
- 3.3 Uitwerking per aspect van duurzaamheid 15
- 3.4 Gefaseerde beoordeling van duurzaamheid 23

4 Duurzaamheidsindicatoren in het perspectief van de toekomst 27

- 4.1 Inleiding 27
- 4.2 Veranderende visies op de economie 27
- 4.3 Consequenties voor het gebruik van de indicatoren 30

5 Het vervolgtraject 32

- 5.1 Verdere stappen 32
- 5.2 Aanzet voor een projectplan 33

Literatuur 35

Belangrijkste begrippen 37

Samenvatting

In verschillende fasen van de besluitvorming over infrastructuur bestaat behoefte aan informatie over duurzaamheid. Een relevante vraag is bijvoorbeeld of een investering die de infrastructuur van een gebied verbetert, duurzamer is dan het achterwege laten van die investering, en zo ja welke oplossingsrichting, tracéalternatief, of uitvoeringsvariant dan het meest duurzaam zal zijn.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden wordt in dit rapport een denkmodel beschreven. Aansluitend is een raamwerk gemaakt dat de basis vormt voor een systematisch opgezette, maar flexibel toepasbare meetstrategie van de voor duurzaamheid relevante aspecten van investeringsbeslissingen in infrastructuur.

De mogelijke gevolgen van investeringsbeslissingen worden op systematische wijze in verband gebracht met respectievelijk de functionaliteit van de infrastructuur in een gebied, de positieve invloeden en de milieudruk die waardevolle gebiedsfuncties door een ingreep ondervinden, en de milieudruk die op hogere schaalniveaus wordt afgewenteld.

Door deze invloeden te expliciteren wordt een beeld gegeven van de voor duurzaamheid relevante aspecten van een beslissing. In het rapport wordt aangegeven hoe het raamwerk met aan ruimte gerelateerde duurzaamheidsindicatoren kan worden ingevuld. De combinatie van denkmodel en duurzaamheidsindicatoren vormt de kern van het beoogde kennisinstrument.

Aanbevolen wordt om een prototype van het kennisinstrument (denkmodel en indicatoren) te maken op basis van een casestudie, waarin ten minste de verkenningfase en de planstudiefase van een investering in infrastructuur aan de orde komen. Hiertoe wordt de aanzet van een projectplan geschetst.

1 Doel en context van deze studie

1.1 Inleiding

Sinds het streven naar duurzame ontwikkeling als uitgangspunt van het beleid is genomen, bestaat er bij degenen die verantwoordelijk zijn voor beslissingen over infrastructuur, de behoefte om het begrip duurzaamheid ('sustainability') te concretiseren. Een relevante vraag is bijvoorbeeld of een investering die de infrastructuur van een gebied verbetert, duurzamer is dan het achterwege laten van die investering, en zo ja welke oplossingsrichting, tracéalternatief, of uitvoeringsvariant dan het meest duurzaam zal zijn.

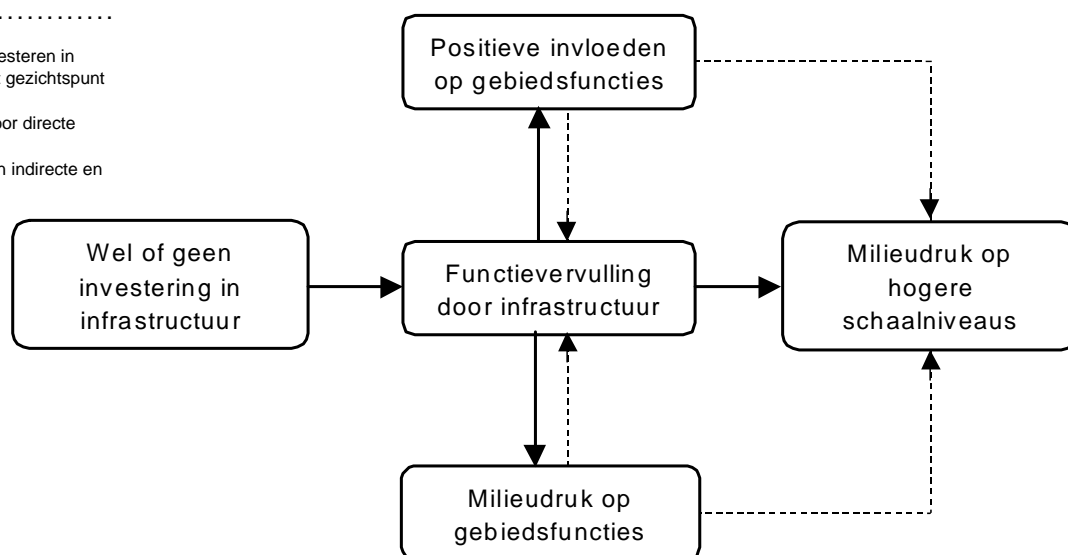
Het beantwoorden van deze vraag stuit onmiddellijk op het probleem dat het begrip duurzaamheid door allerlei mensen op verschillende manieren wordt gebruikt. Voor sommigen is duurzaamheid vooral een kwestie van het zorgvuldig omgaan met energie en materialen. Anderen zien het streven naar duurzaamheid als het willen conserveren van de bestaande natuur. De term duurzaam wordt ook wel opgevat in de traditionele betekenis van 'langdurig bruikbaar'. Daarnaast wordt duurzaamheid soms gebruikt als een synoniem van alles wat 'goed' is. Dit laatste impliceert dat een investering die negatieve milieueffecten veroorzaakt, zoals de aanleg van een autosnelweg, per definitie niet duurzaam zou zijn.

Een algemene omschrijving van duurzaamheid is dat het hierbij gaat om het handhaven van de mogelijkheden van huidige en toekomstige generaties om in hun behoeften te voorzien. Dat is dus geen statische toestand; ook een investering met negatieve milieueffecten kan onder bepaalde omstandigheden tot een duurzame ontwikkeling bijdragen.

Een nadere analyse van de relaties die in figuur 1.1 schematisch zijn aangegeven, kan uitwijzen dat sommige investeringen in infrastructuur duurzamer zijn dan andere.

Figuur 1.1

Invloeden van het al of niet investeren in infrastructuur gezien vanuit het gezichtspunt van duurzaamheid. De doorlopende pijlen staan voor directe invloeden van infrastructuur. De onderbroken pijlen betreffen indirecte en lange-termijinvloeden.



Het voorbeeld van figuur 1.1 zal in de volgende hoofdstukken van dit rapport nog verder worden toegelicht. Van belang is dat het hier gaat om een afweging van verschillende invloeden.

Het wel of niet investeren in de infrastructuur van een gebied kan zowel positieve als negatieve invloeden hebben op de functies die in het gebied worden vervuld (wonen, natuur e.d.) en die voor zowel de huidige als toekomstige generaties van belang zijn. Het zichtbaar maken van die invloeden vereist een ruimtelijk perspectief, zoals een visie op de gewenste ontwikkeling van het gebied.

Daarnaast heeft het functioneren van de infrastructuur, bijvoorbeeld via het energieverbruik en de CO₂ emissies, invloed op schaalniveaus die het niveau van het gebied overstijgen, zoals de grote natuurlijke kringlopen die onder andere het klimaat bepalen. Ook deze invloeden zijn uit het oogpunt van duurzaamheid van belang. Een beter functionerende infrastructuur zou door een vermindering van de congestie tot minder snel stijgende emissies kunnen bijdragen, tenzij dit teniet wordt gedaan doordat meer verkeer wordt aangetrokken.

Als laatste moet hieraan toe worden gevoegd dat het functioneren van de infrastructuur op lange termijn ontwikkelingen in het gebied kan genereren die indirect weer invloed hebben op de gebiedsfuncties en op de hogere schaalniveaus. Indirecte invloeden zijn in figuur 1.1 aangegeven met onderbroken pijlen. Een voorbeeld is dat een beter functionerende infrastructuur voor bedrijven in het gebied tot een verlaging van hun transportkosten leidt, die op langere termijn extra economische activiteit en daarmee meer emissies kan genereren, tenzij via technologische verbetering een emissiereductie kan worden bereikt.

De vraag of een investering die de infrastructuur van een gebied verbetert, duurzamer is dan het achterwege laten van die investering is dus niet in een paar woorden te beantwoorden. Hetzelfde geldt voor de eventuele vervolgvraag welke oplossingsrichting, tracéalternatief, of uitvoeringsvariant in dat geval het meest duurzaam zal zijn. Niettemin wordt in dit rapport getracht een compacte methode aan te reiken om inzicht in het antwoord te krijgen.

1.2 Doel en vraagstelling

Dit rapport bouwt voort op de uitkomsten van de verkennende studie naar mogelijkheden om voor de besluitvorming over infrastructuur een stelsel van duurzaamheidsindicatoren te ontwikkelen (De Boer, Jansen, & Sol, 1999). De centrale vraag hierbij is hoe tegemoet kan worden gekomen aan de behoefte om concrete uitspraken te kunnen doen over de duurzaamheid van een infrastructureel project. De beoogde methode is bedoeld voor de verschillende besluitvormingsfasen die een infrastructureel project doorloopt, te beginnen op het niveau van de verkenningen, waarbij het karakteriseren van een probleem en het zoeken naar oplossingsrichtingen centraal staan.

Als eerste stap is voor het stelsel van duurzaamheidsindicatoren een raamwerk opgezet dat theoretisch is verankerd in recente milieu-economische inzichten over duurzaamheid. Die theoretische verantwoording zal in dit rapport niet worden herhaald, maar waar nodig zullen de belangrijkste begrippen kort worden toegelicht. Het doel en de vraagstelling van de onderhavige studie (fase 2) zijn als volgt te beschrijven.

Het doel is een stap verder te komen door het beoogde stelsel van duurzaamheidsindicatoren zodanig uit te werken dat in een aantal pilotstudies een volledig afwegingskader kan worden beproefd en inzicht wordt verworven in de objectiviteit van te maken afwegingen. Daarnaast wordt nagegaan hoe dat afwegingskader past in ecologisch geïnspireerde visies die

recent op het vakgebied van de milieu-economie zijn geformuleerd en die voor toekomstig beleid van belang zijn.

Naast het streven om een theoretisch consistente lijn uit te werken, wordt tevens getracht de aansluiting met de praktijk te verbeteren. Hiertoe zijn gesprekken gevoerd met projectleiders van infrastructurele projecten die op dat moment in verschillende fasen van besluitvorming waren. Bij de besluitvorming over deze projecten zijn beoordelings- en evaluatiemethoden toegepast die wel betrekking hebben op aspecten van duurzaamheid, zoals milieu-effecten, maar die niet bedoeld waren om dit begrip als zodanig te operationaliseren.

Voor zover binnen het bestek van deze studie mogelijk is, wordt tevens gebruik gemaakt van het beleidsonderzoek dat thans in ontwikkeling is voor de besluitvorming over nieuwe projecten, zoals de methodische uitwerking van gebiedsgericht 'Integraal Verkeers- en Vervoersbeleid' (Directie Zuid-Holland, 1999) en de onderbouwing van het Nationaal Verkeer- en Vervoerplan (Bogaerts & Besseling, 1999).

Een ander relevant onderzoek betreft de samenwerking van de Bouwdienst (BD) en de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) bij het ontwikkelen van beoordelingsinstrumenten binnen het programma Duurzaam Bouwen in de Grond-, Weg- en Waterbouw.

1.3 Opbouw van dit rapport

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de context waarin de informatiebehoefte over duurzaamheid naar voren is gekomen. Er wordt aandacht besteed aan de besluitvorming over infrastructuur en aan de inzichten over het begrip duurzaamheid. Hierbij worden de belangrijkste punten uit de eerder genoemde verkennende studie naar het stelsel van duurzaamheidsindicatoren kort toegelicht en wordt teruggekomen op de analyse van figuur 1.1.

Hoofdstuk 3 bevat de gedetailleerde uitwerking van het raamwerk van duurzaamheidsindicatoren. Aangegeven wordt hoe de ruimtelijke invalshoek en het lange-termijnperspectief hierin zijn verwerkt en welke informatie nodig is om de indicatoren in casestudies te kunnen toepassen.

Hoofdstuk 4 plaatst de indicatoren in het perspectief van de toekomst. Hier wordt ingegaan op veranderende inzichten over de wijze waarop in de samenleving welvaart wordt gecreëerd, en de consequenties die dat heeft voor het gebruik van de duurzaamheidsindicatoren.

Hoofdstuk 5 geeft inzicht in het vervolgtraject dat tot een hanteerbaar en beproefd kennisinstrument moet leiden.

De belangrijkste begrippen die in dit rapport worden gebruikt, zoals welvaart en ontkoppeling, zijn nog eens apart beschreven in de bijlage.

2 Beslissingen over infrastructuur in relatie met duurzaamheid

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de context waarin de behoefte aan informatie over duurzaamheid naar voren is gekomen. Die context betreft enerzijds de diverse fasen in de besluitvorming over een infrastructureel project en anderzijds de inzichten die over het begrip duurzaamheid bestaan. De bespreking van deze onderwerpen is mede gebaseerd op gesprekken die met een aantal projectleiders zijn gevoerd. Benadrukt moet worden dat het hierbij niet de bedoeling was om afzonderlijke projecten ter discussie te stellen.

2.2 Beslissingen over infrastructuur

Deze paragraaf is gewijd aan de beslissingen over ingrepen in infrastructuur, waar de behoefte aan informatie over duurzaamheid naar voren komt. Na de afbakening van het onderwerp gaat de aandacht uit naar de fasering van de besluitvorming en de behoeften aan informatie.

Afbakening

De term infrastructuur wordt in deze studie gebruikt voor de fysieke netwerkinfrastructuur, waartoe elementen behoren als transport- en nutsvoorzieningen, waterkering en bedrijventerreinen.

Vanwege de heterogeniteit van deze onderwerpen wordt de aandacht in eerste instantie gericht op de zogenoemde 'droge' transportvoorzieningen; de andere elementen worden niet uitgesloten maar het zou te ver voeren om er apart op in te gaan. Het fysieke karakter van de genoemde voorzieningen, de functies die ze in de maatschappij vervullen en hun invloed op andere maatschappelijk gewaardeerde functies staan in deze studie centraal.

Bij deze afbakening moet aangetekend worden dat mede uit het oogpunt van duurzaamheid tegenwoordig wordt gepleit voor een bredere opvatting van infrastructuur, die inspeelt op nieuwe voorwaarden voor gezonde economische groei (Nijkamp, Ubbels, & Koetse, 1999). Daarbij wordt gewezen op de toenemende betekenis van de immateriële kennisinfrastructuur, zoals toepassingen van informatie- en communicatietechnologie, en de relevantie van natuur- en milieuinfrastructuur als vestigingsfactor voor bedrijven. Voor zover mogelijk zal deze brede opvatting van infrastructuur in deze studie in aanmerking worden genomen.

Bij beslissingen van rijksoverheid, provincie en gemeenten over ingrepen in infrastructuur kan voorts een onderscheid worden gemaakt tussen:

- aanleg van nieuwe voorzieningen, en
- beheer en onderhoud van bestaande voorzieningen.

Hoewel maatschappelijke discussies over infrastructuur zich vooral op het nut en de noodzaak van nieuwe, grootschalige projecten richten, wordt verwacht dat aanpassing, reconstructie en onderhoud van de bestaande voorzieningen in de toekomst steeds belangrijker zullen worden. Daarbij gaat het vooral om

het verhogen van de benutting. Uit het oogpunt van duurzaamheid kunnen dat relevante investeringen zijn die goede kansen bieden om zowel verkeerskundige als andere knelpunten op te lossen, bijvoorbeeld door bij het onderhoud van een weg ook een relevante ecologische barrière op te heffen.

Fasering

Voor de besluitvorming van de rijksoverheid over ingrepen in de infrastructuur worden vier hoofdfasen onderscheiden. Dit zijn:

- de verkenningfase (probleemdefiniëring en oplossingsrichtingen),
- de planstudiefase (ontwerp en evaluatie van tracéalternatieven, technisch ontwerp van uitvoeringsvarianten),
- de realisatiefase (uitvoering en oplevering van het project), en
- de beheer- en onderhoudfase.

De fasering van verkenning tot uitvoeringsvariant wordt doorgaans opgevat als een benadering van grof (strategisch) naar fijn (operationeel), waarbij steeds gedetailleerdere beslissingen worden genomen en de beslissruimte telkens verder afneemt. Dit neemt overigens niet weg dat bij de technische ontwerpfasen beslissingen worden genomen die vaak nog een economisch belang hebben van tientallen miljoenen gulden.

In de verkenningfase is de aandacht gericht op het karakteriseren van knelpunten en oplossingsrichtingen. Hierbij kan het gaan om grote investeringen die uit het Infrastructuurfonds zouden moeten worden gefinancierd, maar ook om kleinere projecten op regionaal niveau die met meer of minder prioriteit voor reconstructie, aanpassing en onderhoud in aanmerking komen.

In het vigerende beleid is voor de besluitvorming over grote projecten een procedure in ontwikkeling, waarbij de zogenoemde Verkenning Nieuwe Stijl wordt toegepast. Deze moet een zodanig inzicht geven in de aard en de omvang van verkeers- en vervoersproblemen in een regio of op een verbinding dat scherp kan worden vastgesteld welk (deel van een) probleem opgelost moet worden en wat de rijksoverheid daarvoor over heeft. Het resultaat van de Verkenning Nieuwe Stijl zal in de planstudiefase worden uitgewerkt in het projectontwerp dat als het zogenaamde referentiealternatief geldt. Hierbij wordt rekening gehouden met de ernst van het probleem, de wettelijke eisen en de beleidsmatige uitgangspunten. In overleg met bestuurlijke en private partners wordt het resultaat van de verkenning zoveel mogelijk vastgelegd in bestuurlijke overeenkomsten en contracten.

De aandacht van de rijksoverheid is dus in de verkenningfase primair gericht op het identificeren van knelpunten die in verkeerskundige en economische termen gekarakteriseerd worden. Er wordt in aanmerking genomen dat de ruimtelijke en economische ontwikkelingen in een gebied zowel aanleiding kunnen zijn voor een infrastructurele ingreep als het gevolg daarvan kunnen zijn. In hoeverre er systematisch naar aspecten van duurzaamheid zal worden gekeken, is op dit moment niet te zeggen.

Voor een op duurzaamheid gericht beleid is de verkenningfase van groot belang, omdat daarin een visie tot uitdrukking kan komen op de gewenste ontwikkelingen van respectievelijk

- Nederland als geheel,
- gebieden en relaties tussen gebieden,
- het infrastructuurnetwerk dat de bijbehorende verplaatsingen moet accommoderen, en
- de infrastructuurprojecten die een oplossing vormen voor kennelijke knelpunten en lacunes (Wijntjes, Gerritsen, 't Hoen, 1997).

Door het streven naar duurzaamheid reeds bij de verkenningen als beleidsmatig uitgangspunt aan de orde te stellen kan niet alleen gebruik worden gemaakt van de relatief grote beslissingsruimte die er dan nog is, maar kan dit beleidsdoel ook expliciet worden meegenomen in het verdere besluitvormingsproces over de uitwerking en de inpassing van het project.

Voor de projecten die thans in de planstudiefase zijn, geldt dat in de hieraan voorafgaande verkenningfase geen expliciete uitspraken over duurzaamheid zijn gedaan, omdat de beleidsontwikkeling daarop nog niet was toegesneden. Bepaalde aspecten van duurzaamheid zijn wel aan de orde gekomen in het kader van afwegingen over het nut en de noodzaak van projecten, waarbij soms de vorm van zogenoemde dubbeldoelstellingen (verbetering van 'economie' en 'leefmilieu') is gekozen.

Relevant is ook dat projectleiders op basis van kaartbeelden aandacht hebben besteed aan de schaal en de situering van infrastructurele projecten ten opzichte van de wenselijk geachte inrichting van gebieden of regio's. Naast de directe milieu-invloeden die een project kan veroorzaken, wordt dan gekeken naar de mogelijke invloeden op bijvoorbeeld toekomstige vestigingspatronen van bedrijven en huishoudens in relatie met de visie op de gewenste inrichting van het gebied. Dit heeft soms tot het besluit geleid om ongewenste ontwikkelingen te voorkomen door voor een aanvankelijk overwogen oplossingsrichting geen tracéalternatief uit te werken. Deze aanpak is echter nog geen usance.

Achteraf gezien valt bij de huidige projecten op dat juist in de fasen waarin de beslissingsruimte nog groot is, de maatschappelijke discussie vaak wordt toegespitst op een beperkt aantal mogelijkheden. Het is dan ook niet vanzelfsprekend dat de grote beslissingsruimte daadwerkelijk wordt gebruikt. Voor een deel ligt dat aan politieke voorkeuren, maar ook de feitelijke omstandigheden spelen hierin mee. Een bekend voorbeeld is de toespitsing van de maatschappelijke discussie op de vraag of de Rijksweg 73-Zuid op de westelijke of de oostelijke Maasoever moest komen.

In de latere fasen, wanneer er bijvoorbeeld al een tracébesluit is genomen en er nog een speelruimte is van 100 meter aan weerszijden van het tracé, is de beslissingsruimte weliswaar aanzienlijk kleiner, maar is het aantal beslissingen dat over de details van het ontwerp en de uitvoering moet worden genomen juist bijzonder groot. Ook in die fasen blijkt er behoefte te zijn aan inzicht in de gevolgen van de beslissingen voor duurzaamheid.

Bij het genoemde voorbeeld van de Rijksweg 73-Zuid werd voor het onderwerp duurzaam bouwen een aparte verkenning uitgevoerd, waarin de voor- en nadelen van een aantal maatregelen werden besproken (Planbureau Rijksweg 73-Zuid, 1997).

Informatiebehoeften

Het type beslissingen dat over infrastructuur wordt genomen, loopt nogal uiteen. Sommige beslissingen zijn relatief uniek omdat ze zijn toegesneden op een bepaalde ruimtelijke context, andere beslissingen hebben een meer gestandaardiseerd karakter, omdat ze betrekking hebben op de toepassing van bepaalde producten. In samenhang met het karakter van de beslissingen variëren de informatiebehoeften en de eisen die aan de informatie worden gesteld.

Beslissingen met een strategisch karakter in de fasen van verkenningen en planstudie, zijn relatief uniek voor zover ze worden toegesneden op de problemen die de overheid in een gebied wil aanpakken. Om deze beslissingen te legitimeren moet enerzijds een relatie worden gelegd met globale overheidsdoelstellingen, waartoe ook duurzaamheid behoort, en moet

anderzijds worden aangegeven wat het project precies betekent voor de positie van de diverse belanghebbenden, uiteenlopend van bijvoorbeeld bewonersgroepen en bedrijven tot gemeenten en waterschappen. In de fase van de planstudie gaat het hier grotendeels om informatie die in de milieueffectrapportage wordt opgenomen. Dit instrument is evenwel niet bedoeld om uitspraken te doen over de duurzaamheid van het project. Hoewel er behoefte is om daarover uitspraken te doen, zullen de belanghebbenden toch in de achterliggende documentatie gemakkelijk moeten kunnen terugvinden wat de specifieke gevolgen voor hun deelbelang zijn.

De vele detailbeslissingen die in de operationele sfeer liggen, zijn doorgaans minder uniek in die zin dat ze bij elk gelijksoortig project standaard aan de orde komen. Dat geldt bijvoorbeeld voor de keuze van de te gebruiken materialen.

Bij deze operationele beslissingen komen algemene aandachtspunten aan de orde zoals technische eisen, kosten, en ook de afspraken die met toeleveranciers kunnen worden gemaakt. Hierdoor gaat het bij deze beslissingen vaak minder om kenmerken van het project als zodanig en meer om kenmerken van de productieketens waarin de materialen worden geleverd. De behoefte aan informatie over duurzaamheid is dan ook primair op deze ketens gericht. Blijkens het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen in Grond-, Weg- en Waterbouw worden er geleidelijk standaardoplossingen en 'vaste' maatregelen gevonden, waarvan de baten onbetwist groter zijn dan de kosten (DHV Milieu en Infrastructuur, 1999).

Behalve bij de 'vaste' maatregelen is er bij duurzaam bouwen een zekere speelruimte in het ambitieniveau dat wordt gerealiseerd. Bovendien kunnen bepaalde maatregelen elkaar uitsluiten. Een apart aandachtspunt is dan ook dat projectorganisaties de behoefte blijken te hebben om de mogelijke oplossingen weer te relateren aan de duurzaamheid van het project als geheel.

Opgemerkt moet worden dat voor alle genoemde typen beslissingen methoden in ontwikkeling zijn om de voor die beslissingen relevante informatie te genereren en te ordenen, bijvoorbeeld door modellering van vervoersstromen, scenarioanalyse van toekomstig ruimtegebruik, ontwikkeling van graadmeters voor veranderingen in de natuur, en Levenscyclusanalyse (LCA) van materialen en producten. Het zou te ver voeren om hier een beschrijving van de huidige stand van zaken te geven. Voor zover mogelijk zal bij de ontwikkeling van deze methoden worden aangesloten.

2.3 Uitspraken over duurzaamheid

In het eerste rapport over duurzaamheidsindicatoren voor infrastructuur is ingegaan op de achtergronden van het streven naar duurzaamheid (De Boer et al., 1999). Deze beschouwing wordt hier niet herhaald, maar het is van belang enkele kernpunten samen te vatten. Dit betreft vooral die punten die kunnen verhelderen welke concrete uitspraken er gedaan kunnen worden over de duurzaamheid van een infrastructureel project.

Essentie van duurzaamheid

Het begrip duurzaamheid krijgt zijn essentiële betekenis wanneer maatschappelijke ontwikkelingen op een hoog schaalniveau vanuit een langetermijnperspectief in beschouwing worden genomen. Vanuit dat perspectief kan inzicht worden verkregen in de veerkracht en het aanpassingsvermogen van de natuurlijke systemen die als een *natuurlijk kapitaal* de basis voor maatschappelijke ontwikkeling vormen.

Gesteld kan worden dat de groei van maatschappelijke activiteiten die welvaart genereren, momenteel veelal gekoppeld is aan een afname van de veerkracht en het herstelvermogen van waardevolle natuurlijke systemen.

Deze negatieve koppeling is op lange termijn gezien niet duurzaam, want gebieden met een goede kwaliteit van natuur en milieu worden schaarser, zonder dat er een (prijs)mechanisme is dat de schaarse voldoende kan tegengaan.

Omdat de negatieve koppeling door combinaties van ecologische, economische en sociale processen tot stand komt, zijn het ook deze processen die bij het zoeken naar duurzame oplossingen in aanmerking moeten worden genomen. Vanuit de ecologie gezien gaat het om de bescherming van systemen die cruciaal zijn voor het voortbestaan van het leven en de belangrijkste kringlopen op aarde, zoals van stikstof en koolstof ("klimaatprobleem"). Economisch gezien is duurzaamheid een *randvoorwaarde* die in de praktijk meer of minder reukelijk kan worden toegepast, zolang de mogelijkheden om welvaart te genereren niet afnemen. Sociaal gezien gaat het vooral om billijkheid bij de *verdeling* van welvaart, zowel tussen huidige en toekomstige generaties als binnen de huidige generatie.

Pragmatische benadering

Een op de lange termijn gerichte benadering van maatschappelijke ontwikkelingen is niet eenvoudig toe te passen op het schaalniveau van bijvoorbeeld een gebied of een economische sector, zoals de infrastructuur. Hiertoe zouden onder andere becijferingen moeten worden gemaakt van de ontwikkelingen van de welvaart en het natuurkapitaal die, gerekend over een lange tijdsperiode, aan diverse sectoren zijn toe te schrijven. Bij gebrek aan deze cijfers kan wel worden nagegaan in welke *richting* veranderingen optreden.

Pragmatisch geredeneerd betekent het streven naar duurzaamheid dat maatschappelijke activiteiten zo worden ingericht dat negatieve invloeden op natuur en milieu worden *ontkoppeld* op een wijze die economisch efficiënt en sociaal rechtvaardig is. Dit laatste is van belang, omdat anders onbedoeld kapitaalvernietiging zou optreden of protesten en ontwijkend gedrag zouden worden opgeroepen die het streven naar duurzaamheid teniet doen.

Een bekende optie om ontkoppeling te realiseren is verhoging van de ecologische efficiëntie bij het gebruik van energie en materiaal. Een andere optie is dat door multifunctioneel ruimtegebruik een *positieve koppeling* wordt aangebracht tussen bijvoorbeeld een recreatiebestemming en de natuurfunctie van een gebied.

Toepassing op een infrastructureel project

Deze pragmatische redenering volgend kan op basis van een aantal systematisch gekozen aandachtspunten een oordeel worden gegeven over investeringen in infrastructuur die meer en minder duurzaam zijn (zie figuur 2.1). Op het niveau van projecten redenerend ligt het uitgangspunt dan bij de functie die het project moet vervullen om welvaart te genereren, zoals het mogelijk maken van verplaatsingen binnen en tussen gebieden. Dit betreft de functionele kwaliteiten van het project in termen van de 'prestaties' die het levert (Bossel, 1996).

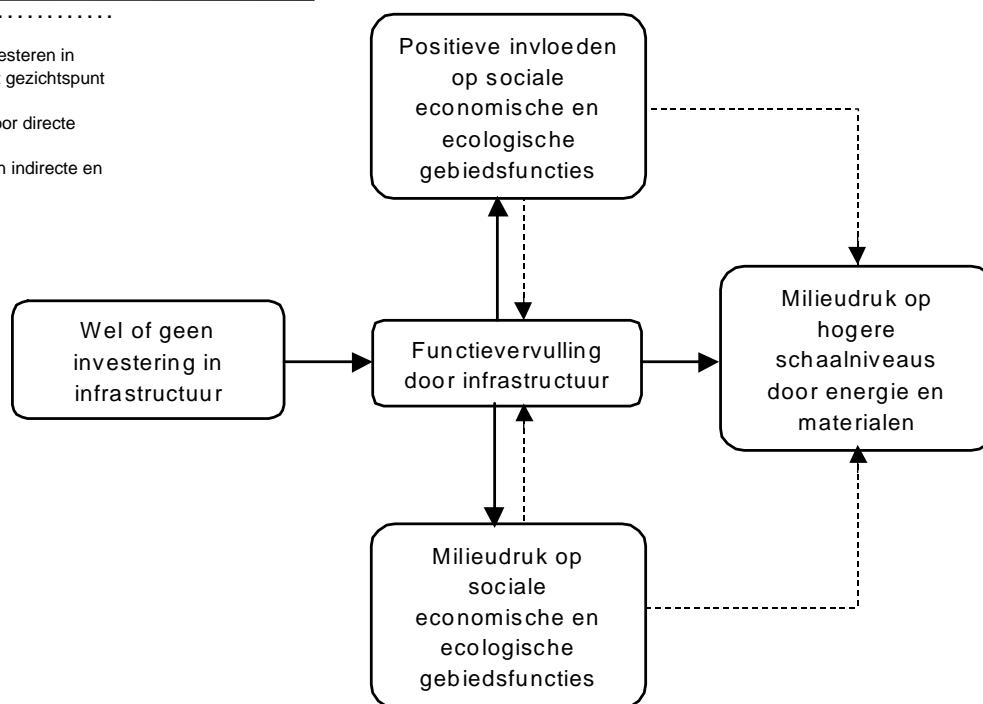
Met het oog op de toekomst is het ook relevant of het project flexibele mogelijkheden biedt om nieuwe duurzame opties in te passen (functionele flexibiliteit). Bovendien kan de vraag van belang zijn of het project zo nodig verplaatsbaar is.

Figuur 2.1

Invloeden van het al of niet investeren in infrastructuur gezien vanuit het gezichtspunt van duurzaamheid.

De doorlopende pijlen staan voor directe invloeden van infrastructuur.

De onderbroken pijlen betreffen indirecte en lange-termijninvloeden.



Andere relevante kenmerken zijn de schaal en de situering van het project in het desbetreffende gebied. Daar worden nu en in de toekomst sociale, economische en ecologische functies vervuld die eveneens welvaart opleveren. Die kunnen in positieve of negatieve zin door het project worden beïnvloed. Negatieve invloeden, die ontstaan door de milieudruk van het project op de andere functies, moeten hier worden onderscheiden van positieve invloeden, zoals een betere bereikbaarheid van een woongebied. Uit het oogpunt van duurzaamheid gaat het niet alleen om invloeden van het project binnen het gebied, maar ook om invloeden die op hogere schaalniveaus optreden. In de praktijk gaat het hierbij vooral om het gebruik van energie, in het bijzonder de CO₂ emissies, en het gebruik van materialen, gerekend over de diverse stadia van de levenscyclus van het project. De bovengenoemde directe invloeden van een investering in infrastructuur zijn in figuur 2.1 aangegeven met doorlopende pijlen. Daarnaast moet bij duurzaamheid ook rekening worden gehouden met indirecte invloeden die op langere termijn kunnen gaan optreden. In figuur 2.1 is dit aangegeven met onderbroken pijlen.

In hoofdstuk 1 is wat de indirecte effecten betreft reeds het voorbeeld genoemd van een positieve invloed die een investering in infrastructuur op de economische functie van een gebied kan hebben, waardoor de transportkosten voor bedrijven afnemen en na verloop van tijd nieuwe economische activiteiten worden aangetrokken die hetzij zelf, hetzij via een toenemend transport, tot stijgende emissies leiden, tenzij die stijging door technologische verbeteringen wordt tegengegaan.

Daarentegen zou het achterwege laten van een investering in infrastructuur tot gevolg kunnen hebben dat een bedrijventerrein dat slecht bereikbaar is, minder aantrekkelijk wordt voor bedrijven die willen uitbreiden en technologische vernieuwing nastreven, zodat na verloop van tijd een verzameling slecht renderende en relatief vervuilende bedrijven achterblijft. Deze indirecte invloeden op lange termijn zijn uit het oogpunt van duurzaamheid van groot belang, maar ze zijn moeilijk te schatten. Zo worden de economische effecten van nieuwe infrastructuur in een gebied mede

beïnvloed door de nationale en regionale economische ontwikkeling en door de mate van technologische innovatie (Rietveld & Bruinsma, 1998). De indirecte invloeden mogen dus niet buiten beschouwing worden gelaten, maar ze kunnen alleen op basis van scenarioanalyses in indicatoren worden uitgedrukt. Bij strategische beslissingen zijn er hooguit kwalitatieve uitspraken over te doen.

Het bovenstaande is samen te vatten in een drietal vragen:

1. In welke mate is het project aangepast aan de functies die het moet vervullen, rekening houdend met de kosten (rentabiliteit) en de inpasbaarheid van nieuwe duurzame opties (functionele flexibiliteit)?
2. In welke mate leidt het project tot (relatieve dan wel absolute) ontkoppeling tussen vervulling van de vervoersfunctie en (a) milieudruk op waardevolle sociale, economische en ecologische gebiedsfuncties, (b) energiegebruik, en (c) materiaalgebruik?
3. In welke mate zijn er positieve koppelingen tussen vervulling van de vervoersfunctie en waardevolle sociale, economische en ecologische gebiedsfuncties?

De antwoorden op deze vragen maken het mogelijk uitspraken te doen over meer en minder duurzame projecten.

- A. Het hoeft geen betoog dat een project dat onvoldoende is aangepast aan de functies die het moet vervullen, ook niet duurzaam kan zijn.
- B. Is het project wel voldoende aangepast aan de functies die het moet vervullen maar heeft het een overwegend negatieve invloed op andere functies, dan is het evenmin duurzaam.

Toch kan in zo'n geval blijken dat het *niet* uitvoeren van het project op termijn tot sterkere negatieve invloeden zou leiden en dus ook tot een nog minder duurzame ontwikkeling.

- C. In dat geval leidt het uitvoeren van het project in vergelijking met de situatie die bij autonome ontwikkeling zou ontstaan, tot een *relatieve* ontkoppeling.
- D. Heeft het project overwegend positieve invloeden op andere functies, en negatieve invloeden die geen stijgende lijn vertonen, dan is er een *absolute* ontkoppeling.

Met andere woorden, de stijging van de welvaart die aan het project is toe te schrijven, gaat dan niet gepaard met een verdere aantasting van het natuurkapitaal.

- E. Een stap verder is nog dat de negatieve invloeden een dalende lijn vertonen die op korte of lange termijn een niveau bereiken dat in de maatschappij aanvaardbaar wordt geacht.

Dit laatste zou bijvoorbeeld optreden wanneer het project ertoe leidt dat de aan de vervoersfunctie verbonden CO₂ emissies gereduceerd worden tot het niveau van een als 'duurzaam' gekozen beleidsdoel.

Of een project dat tot uitkomst E leidt, ook in absolute zin duurzaam genoemd mag worden, is evenwel niet zeker. Dit houdt vooral verband met mogelijke veranderingen in kennis en waardenoordelen, en met het beschikbaar komen van economisch rendabele technologische verbeteringen.

Toenemende kennis over bijvoorbeeld de relatie tussen CO₂ emissies en de kansen op een klimaatverandering zou kunnen uitwijzen dat een project minder duurzaam is dan was gedacht.

Ook is het denkbaar dat in de toekomst andere gebiedsfuncties waardevol worden gevonden dan tegenwoordig. Zo zou er in de toekomst meer met een Europese 'bril' naar de Nederlandse natuur gekeken kunnen worden met als

gevolg dat de 'natte' natuur veel waardevoller wordt gevonden dan de 'droge' natuur. Dit zou tot een heel andere visie kunnen leiden op de gewenste inrichting van een gebied en daarmee op de duurzaamheid van een project. Voorts mag verwacht worden dat er in de toekomst technologische verbeteringen komen die het mogelijk maken om de vervoersfunctie van infrastructuur efficiënter en met een geringere milieudruk te vervullen. Op het gebied van Duurzaam Bouwen is er bijvoorbeeld een groeiend bestand van maatregelen die 'milieuwinst' opleveren en kosteneffectief kunnen worden toegepast; wat vandaag een ambitieuze maatregel lijkt, kan morgen tot het standaardpakket behoren.

Aan bovenstaande punten is de conclusie te verbinden dat er goede redenen zijn om 'duurzaamheid' niet als een statische kwalificatie te gebruiken. De relevante vraag is steeds of een investering die de infrastructuur van een gebied verbetert, duurzamer is dan het achterwege laten van die investering, en zo ja welke oplossingsrichting, tracéalternatief, of uitvoeringsvariant dan het meest duurzaam zal zijn. Deze vraag wint bovendien aan betekenis wanneer niet louter wordt gedacht aan de fysieke netwerkinfrastructuur, maar ook aan de milieu- en natuurinfrastructuur (vgl. Nijkamp, et al., 1999). In hoofdstuk 4 wordt op dit onderwerp teruggekomen.

3 Uitwerking van het raamwerk van duurzaamheidsindicatoren

3.1 Inleiding

In het eerste rapport over duurzaamheidsindicatoren voor infrastructuur is een raamwerk opgezet waarmee de invloeden van een project achtereenvolgens op verschillende schaalniveaus en in toenemende mate van detail kunnen worden bekeken (De Boer et al., 1999). Dat raamwerk wordt in dit hoofdstuk in iets aangepaste vorm uitgewerkt. Na een korte toelichting op de gekozen aanpak in paragraaf 3.2, worden uitwerkingen gepresenteerd voor alle onderscheiden aspecten van duurzaamheid (paragraaf 3.3). Ter afronding worden de implicaties van de gefaseerde beoordeling van duurzaamheid besproken (paragraaf 3.4)

3.2 Het raamwerk van indicatoren

Het opgestelde raamwerk van indicatoren sluit direct aan bij de gefaseerde besluitvorming over infrastructuur en de pragmatische benadering van duurzaamheid die in hoofdstuk 2 zijn beschreven. In figuur 3.1 is het raamwerk in matrixvorm weergegeven. De matrix is bedoeld om een overzichtelijk antwoord te kunnen geven op de in paragraaf 2.3 genoemde vragen die hieronder nog eens worden herhaald:

1. In welke mate is het project aangepast aan de functies die het moet vervullen, rekening houdend met de kosten (rentabiliteit) en de inpasbaarheid van nieuwe duurzame opties (functionele flexibiliteit)?
2. In welke mate leidt het project tot (relatieve dan wel absolute) ont koppeling tussen vervulling van de vervoersfunctie en (a) milieudruk op waardevolle sociale, economische en ecologische gebiedsfuncties, (b) energiegebruik, en (c) materiaalgebruik?
3. In welke mate zijn er positieve koppelingen tussen vervulling van de vervoersfunctie en waardevolle sociale, economische en ecologische gebiedsfuncties?

Essentieel is dat de in deze vragen genoemde aandachtspunten in elke fase van de besluitvorming terugkeren, zij het dat de precieze invulling ervan verschilt.

Deze aanpak waarbij een beoordelingsmethode in opeenvolgende stadia van besluitvorming steeds op dezelfde aandachtspunten wordt gericht, staat in de literatuur bekend als 'tiered assessment' (Barrow, 1997). Ze vormt hier de basis van een flexibele meetstrategie waarbij uitgaande van de beoogde beslissing en de kennis die er al is, kan worden nagegaan in hoeverre het relevant is om aanvullende gegevens te verzamelen die specifiekere uitspraken mogelijk maken. Op deze wijze worden de cellen van de matrix achtereenvolgens ingevuld. Dit wordt hieronder toegelicht.

Figuur 3.1
Raamwerk voor duurzaamheidsindicatoren.

Matrix voor beoordeling van infrastructureel project naar duurzaamheid			
	Op niveau van regionale ontwikkelingen	Op niveau van tracé-alternatief in omgeving	Op niveau van de uitvoeringsvarianten
Kosten	A1	A2	A3
Functionaliteit •functionele kwaliteit •flexibiliteit (rekening houdend met toekomstige opties)	B1 C1	B2 C2	B3 C3
Relatieve/absolute ontkoppeling tussen vervulling van de vervoersfunctie en •milieudruk op waardevolle gebiedsfuncties •sociaal •economisch •ecologisch •energiegebruik •materiaalgebruik	D1 E1 F1 G1 H1	D2 E2 F2 G2 H2	D3 E3 F3 G3 H3
Positieve koppelingen tussen vervulling van de vervoersfunctie en •sociale functies •economische functies •ecologische functies	I1 J1 K1	I2 J2 K2	I3 J3 K3

Toelichting op de aanpak

De aanpak bij de uitwerking van indicatoren houdt in dat eerst een functionele eenheid wordt gekozen. Afhankelijk van de fase in de besluitvorming kan dat bijvoorbeeld zijn:

1. een geplande ingreep in een regionaal infrastructuurnetwerk,
2. een tracéalternatief in zijn omgeving,
3. een uitvoeringsvariant van een weg.

Uitgaande van elke functionele eenheid moet door middel van indicatoren zichtbaar gemaakt worden hoe de beoogde functie op de meest duurzame wijze kan worden vervuld. Hiertoe worden de in figuur 3.1 vermelde aandachtspunten uitgewerkt tot aan ruimte gerelateerde indicatoren.

Bij de uitwerking van de indicatoren zijn de volgende punten in aanmerking genomen, die hieronder kort worden toegelicht:

- De indicatoren worden zoveel mogelijk in oppervlakte-eenheden per gebiedsfunctie uitgedrukt, zoals het aantal hectaren met een waardevolle bestemming.
- De informatie wordt afgestemd op het schaalniveau van de beslissingen, zodat de indicatoren in eerste instantie globaal zijn en een hoog aggregatieniveau vertonen, en later op specifiekere details worden afgestemd.
- De afstemming op het schaalniveau van de beslissingen vindt plaats door per rij van figuur 3.1 een hiërarchische uitsplitsing van indicatoren te maken.

De belangrijkste reden om de indicatoren in oppervlakte-eenheden per gebiedsfunctie te willen uitdrukken is dat dit het beste aansluit bij het idee van naar hun aard verschillende kapitaalvoorraden die duurzaam moeten worden beheerd. Hoewel er verschillende meningen zijn over de vraag of het zinvol is om alle effecten van infrastructuur in geld uit te drukken, zijn de bezwaren die

daartegen worden ingebracht veel minder van toepassing op het rekenen met oppervlakte-eenheden, omdat elke gebiedsfunctie hierbij zoveel mogelijk in haar eigen waarde wordt gelaten.

De te gebruiken maat is in principe te beschrijven als:

oppervlakte maal mate van beïnvloeding door infrastructuur maal
kwaliteit van de gebiedsfunctie.

Voor globale toepassingen kan dit vereenvoudigd worden door de mate van beïnvloeding als wel of niet (1 of 0) te rekenen en een eenvoudig onderscheid te maken tussen gebieden met en zonder (eveneens 1 of 0) kwaliteit. De indicator wordt in dat geval bijvoorbeeld de oppervlakte (in hectares) van het gebied waar waardevol geachte ecologische functies door de vervulling van de vervoersfuncties worden aangetast of onmogelijk zijn. Bij verdere verfijning kan worden gerekend met getallen tussen 0 en 1 voor de mate van beïnvloeding en de mate waarin een gebiedsfunctie kwaliteit heeft.

Een andere belangrijke reden om met oppervlakte-eenheden te werken is dat deze informatie door geografische informatiesystemen (GIS) in kaartbeelden kan worden verwerkt. Kaarten kunnen ook punten (cultuurhistorische waardevolle elementen) of lijnen (verbindingzones) weergeven.

Voor het beoordelen van de effecten van ruimtelijke ingrepen zijn GIS-toepassingen onontbeerlijk (vgl. Beinat, 1995; Farjon, Hazendonk, & Hoefnagel, 1997; Van Herwijnen, 1999; Jansen, 1992; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 1998). Niettemin valt hierbij aan te tekenen dat het vergelijken van kaartbeelden lastiger is dan vaak wordt gedacht, zodat de informatie tevens in tabelvorm moet worden geboden.

Het ruimtelijk weergeven van indicatoren biedt voorts een extra controle op de juistheid van de gegevens en de daarop uitgevoerde berekeningen. Wanneer de informatie over invloeden van infrastructuur op gebiedsfuncties wordt geaggregeerd, bestaat immers de kans dat er bij de benodigde rekenstappen of de invoer van gegevens fouten worden gemaakt. Het is dan ook van belang dat de rekenstappen controleerbaar zijn en dat door visuele inspectie van het kaartbeeld eventuele eigenaardige uitkomsten kunnen worden opgespoord. Een ervaren projectleider met kennis van het gebied kan dat intuïtief toetsen.

De indicatoren zullen alleen dié gevolgen voor duurzaamheid zichtbaar moeten maken die van invloed kunnen zijn op de beslissing die in de desbetreffende besluitvormingsfase aan de orde is. Het volgende voorbeeld kan dat verduidelijken.

Bij het zoeken naar oplossingsrichtingen voor een grote infrastructurale ingreep zal de beslissing hierover niet worden beïnvloed door informatie over de omvang van een ecoduct. Het is in dit stadium dus niet zinvol om indicatoren tot op dat detailniveau te willen uitwerken. In feite kan voor de invulling van cel F1 van figuur 3.1 wellicht worden volstaan met een globale maat voor de eventuele doorsnijding van een gebied dat tot de Ecologische Hoofdstructuur behoort, waarbij tevens in cel A1 een schatting in rekening wordt gebracht van de kosten van maatregelen om het effect van doorsnijding tegen te gaan. Informatie op het detailniveau van een ecoduct wordt van belang in het stadium dat daarover kan worden beslist en komt bijvoorbeeld in cellen F3 en A3.

Per rij van de matrix van figuur 3.1 geldt dat de inhoud van cel 1 in de onderscheiden fasen van besluitvorming wordt verbijzonderd tot de inhoud van cel 2 die weer wordt verbijzonderd tot de inhoud van cel 3 op het laagste schaalniveau. Omgekeerd gezien vormt de inhoud van cel 3 een deelverzameling van de inhoud van cel 2 die zelf een deelverzameling van de inhoud van cel 1 vormt.

Hoewel de beslissingen op het niveau van cel 3 later plaatsvinden dan die op het niveau van respectievelijk cel 2 en cel 1, kan de inhoud van cellen 1 en 2 dan mede van belang zijn als referentiekader voor de inhoud van cel 3. Wellicht ten overvloede valt hierbij op te merken dat dit een werkwijze is die iedereen intuïtief volgt bij het tekenen van een gezicht; eerst worden de gelaatstreken geschetst, vervolgens worden de ogen, neus en mond aangegeven, dan worden de wenkbrauwen getekend, maar bij het beoordelen van dit laatste wordt weer rekening gehouden met de kenmerken van de ogen en het gelaat. Dit type hiërarchische uitsplitsingen is dan ook niet alleen van belang voor het maken van een ontwerp, maar ook voor de efficiënte verwerking van complexe informatie over de waarde van dat ontwerp.

Bij de in figuur 3.1 gekozen uitsplitsing verdienen twee onderwerpen nog enige toelichting. Dit zijn de mogelijkheid van *dubbeltellingen* en die van *verborgen tegenstellingen*.

Wanneer de aanleg van infrastructuur een bepaalde plaats in het gebied beïnvloedt die zowel een sociale als een ecologische functie vervult, wordt het functieverlies ter plaatse twee keer meegeteld, namelijk bij de sociale en bij de ecologische gebiedsfuncties. Dit zou als een dubbeltelling gezien kunnen worden. Hier wordt evenwel van het standpunt uitgegaan dat het verlies van een plek met een dubbele functie terecht dubbel hoort mee te tellen. Een tweede punt van aandacht is dat een geaggregeerde indicator, bijvoorbeeld de gebiedsoppervlakte met een bepaalde woonkwaliteit, een tegengestelde invloed van het project kan verbergen. Zo wordt de oppervlakte waar geluidhinder optreedt weliswaar kleiner door het plaatsen van geluidwerende schermen, maar die vergroten het oppervlak waar visuele hinder optreedt. Deze tegenstelling wordt niet zichtbaar wanneer beide vormen van hinder worden verwerkt in een geaggregeerde maat die aangeeft over welk gebiedsoppervlak de woonkwaliteit afneemt.

Dergelijke tegenstellingen moeten ten minste zichtbaar worden op het niveau waar beslissingen worden genomen die hierop van invloed zijn. In de fase van verkenningen zal dat voor de genoemde hinder doorgaans niet het geval zijn, maar bij de uitvoeringsvarianten zullen beide vormen van hinder in aparte indicatoren moeten worden onderscheiden om, binnen wettelijke grenzen, de afweging te kunnen maken of plaatsing van de schermen al dan niet wenselijk is.

3.3 Uitwerking per aspect van duurzaamheid

In deze paragraaf wordt besproken wat er per aspect van duurzaamheid in figuur 3.1 moet worden ingevuld om uitspraken over de effecten van een ingreep te kunnen doen. Voor de eenvoud van het betoog wordt het voorbeeld van een snelweg als leidraad genomen, zonder dat daarmee afbreuk wordt gedaan aan de opzet van het raamwerk. Ter illustratie worden voorbeelden gegeven van criteria die in planstudies zijn gebruikt en die tot op zekere hoogte als basis voor indicatoren kunnen dienen (vgl. De Boer, Bueno de Mesquita, Dekker, Langerak, Sol, & Aiking, 1999; Rijkswaterstaat Directie Limburg, 1993; Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant, 1998).

Figuur 3.2 is gewijd aan het aspect van de functionaliteit. Uit het oogpunt van duurzaamheid is een verbetering van de kwaliteit van de vervoersfunctie als zodanig een welvaartsvermeerdering, nog afgezien van de specifieke gebieden die hierdoor beter bereikbaar worden. Het gaat dan om een vlotte en veilige afwikkeling van het vervoer. Blijkens figuur 3.2 worden er in de praktijk diverse gegevens gebruikt om een beeld te geven van de functionele kwaliteit van een weg.

Figuur 3.2
Indicatoren voor het aspect functionaliteit.

Aangenomen mag worden dat met een toenemende kwaliteit van de verplaatsingen ook de verkeersveiligheid toeneemt, al gaat dit niet altijd samen. Daarom kan er reden zijn dit apart in beeld te brengen. Uit figuur 3.2 blijkt verder dat er voor flexibiliteit van het project geen bestaande voorbeelden zijn. Op basis van een nader te specificeren lijst van opties voor toekomstige technologische verbeteringen zou er aan een project een score kunnen worden gegeven voor het aantal van die opties dat inpasbaar is.

Figuur 3.3
Indicatoren voor het aspect ontkoppeling
milieudruk op sociale gebiedsfuncties.

Duurzaamheidsaspect: Ontkoppeling milieudruk op sociale gebiedsfuncties	
Omschrijving	
<p>Mate waarin het project (of de situatie zonder project) invloed heeft op de oppervlakte van het gebied waar een waardevol geachte leefomgeving voor bewoners, recreanten en passanten door de vervulling van vervoersfuncties wordt aangetast of onmogelijk is.</p>	
Deelverzamelingen	Voorbeelden uit planstudies
•Oppervlakte voor wonen	<p>aantal gewogen geluidgehinderden akoestisch ruimtebeslag, ha oppervlak binnen 50 dB(A) aantal gehinderden door NO₂ stankhinder door wegverkeer schade door trillingen (schaderisico) sociale barrière, oversteekbaarheid, wachttijd (score) beoordeling van leefomgeving op geluid, groen, visuele hinder, recreatie, barrière-werking, behoud natuur en cultuur verlies aantal bestaande woningen door doorsnijding verlies aantal geplande woningen door doorsnijding</p>
•Oppervlakte voor recreatie	<p>aantal doorsneden recreatieve gebieden, of projecten aantal doorsneden recreatieve routes</p>
•Oppervlakte voor landschap en cultuur	<p>lengte (in km) maal wegingsfactor voor de ernst van de aantasting van respectievelijk openheid, kleinschaligheid, oriëntatie, cultuurhistorische waarde en aardkundige waarde van een gebied vernietiging ha geomorfologisch waardevol gebied</p>

De waardevol geachte leefomgeving is uit te splitsen naar wonen, recreatie, en landschap en cultuur. Voor deze sociale gebiedsfuncties zijn oppervlakte- of eventueel lengtematen nodig om de omvang van gebieden met een nader te bepalen kwaliteit weer te geven.

Blijkens figuur 3.3 wordt er in de milieueffectrapportage niet gewerkt met geaggregeerde indicatoren waarin wordt weergegeven welk oppervlak met woonbestemming kwalitatief onder de maat is vanwege geluid, geur, luchtverontreiniging, visuele hinder, barrières en onveiligheid. Voor het combineren van dergelijke vormen van milieudruk zijn in principe besliskundige methodes beschikbaar, zij het dat hierbij onvermijdelijk arbitraire keuzes moeten worden gemaakt (vgl. Janssen, Van Herwijnen, & Beinat, 1999). De mogelijkheid om specifiekere uitsplitsingen naar de samenstellende delen te maken, dient dan ook zeker te worden gehandhaafd.

Opgemerkt moet worden dat in het kader van duurzaamheid tot op zekere hoogte een saldobenadering kan worden gevolgd. Dat betekent dat de oppervlakte waar bijvoorbeeld de effecten van milieudruk ten gevolge van het project zouden verminderen, in mindering kan worden gebracht op de oppervlakte waar de effecten van milieudruk zouden toenemen. Positieve invloeden op de bereikbaarheid van een woongebied worden echter niet in mindering gebracht, maar apart gepresenteerd. Bij de bespreking van figuur 3.8 komen de positieve invloeden aan de orde, waarbij ook wordt ingegaan op de mogelijkheid om bij het oppervlak woongebied een wegingsfactor voor wonindichtheid toe te passen.

Blijkens figuur 3.3 zijn er voor de beïnvloeding van landschappelijke waarden in een planstudie (Projectbureau HSL-Infra, 1994) lengtematen gebruikt waarin de ernst van de aantasting van een aantal waardevolle landschapkenmerken tot uitdrukking is gebracht. Dat is een direct bruikbare indicator voor de invloeden van tracering, hoogteligging, vormgeving en ruimtebeslag.

Figuur 3.4 betreft de ont koppeling van milieudruk op economische gebiedsfuncties. Blijkens de voorbeelden is een geaggregeerde oppervlaktemaat hier tamelijk eenvoudig samen te stellen. Het is denkbaar dat in dit kader een weging wordt toegepast voor de toegevoegde waarde van bepaalde bedrijfstakken die moeten verdwijnen.

Figuur 3.4
Indicatoren voor het aspect ont koppeling
milieudruk op economische gebiedsfuncties.

Duurzaamheidsaspect: Ontkoppeling milieudruk op economische gebiedsfuncties	
Omschrijving	Mate waarin het project (of de situatie zonder project) invloed heeft op de oppervlakte van het gebied waar waardevol geachte economische activiteiten door de vervulling van vervoersfuncties worden aangetast of onmogelijk zijn.
Deelverzamelingen	Voorbeelden uit planstudies milieueffectrapportages
•Oppervlakte voor bedrijfsterreinen	verlies aantal bestaande bedrijfsterreinen verlies aantal geprojecteerde bedrijfsterreinen
•Oppervlakte voor landbouw	verlies productiemiddelen verlies grond, guldens areaalverlies van agrarische gronden
•Oppervlakte voor infrastructuur	aantal doorsneden landinrichtingsgebieden grondwater kwantiteit (aantal industriële grondwaterwinningen) grondwater kwantiteit (lengte door grondwaterbeschermingsgebied) aantal doorsneden kabels en leidingen (onder/bovengrond)

Figuur 3.5
Indicatoren voor het aspect ont koppeling
milieudruk op ecologische gebiedsfuncties.

Duurzaamheidsaspect: Ontkoppeling milieudruk op ecologische gebiedsfuncties	
Omschrijving	Mate waarin het project (of de situatie zonder project) invloed heeft op de oppervlakte van het gebied waar waardevol geachte ecologische functies door de vervulling van vervoersfuncties worden aangetast of onmogelijk zijn.
Deelverzamelingen	Voorbeelden uit planstudies
•Oppervlakte voor Flora, fauna en ecosystemen	oppervlak vegetatie oppervlak vegetatie en paddestoelen oppervlak (leef)gebieden specifieke soorten afname aantal broedvogelparen versnippering/doorsnijding gebieden, ha; aantal oppervlak gebieden in Ecologische Hoofdstructuur oppervlak natuurgebieden oppervlak gevoelige gebieden met verdroging oppervlak gebieden in Ecologische Hoofdstructuur met geluidsbelasting aantal versterkte doorsnijdingen aantal nieuwe doorsnijdingen
•Oppervlakte-equivalent voor emissies naar bodem, water, lucht	bodemopbouw (zetting in aanlegfase, gewogen ha) bodemkwaliteit (emissies verontreiniging door verkeer) gewogen ha bodemopbouw (beïnvloeding bodemverontreinigingslocatie bij aanleg) grondwaterkwantiteit (oppervlak verlaging grondwaterstand) oppervlaktewaterkwaliteit (aantal lozingen op oppervlaktewater, bij aanleg) oppervlaktewaterkwantiteit (beïnvloeding oppervlaktewater, periodiek) verandering stromingspatroon verzuring, emissies NO _x ton/jaar

Figuur 3.5 betreft de mate waarin het project (of de situatie zonder project) invloed heeft op de oppervlakte waar waardevol geachte ecologische functies worden aangetast of onmogelijk zijn door de vervulling van vervoersfuncties. In milieueffectrapportages wordt hiervoor een groot aantal criteria gebruikt, maar er is een tendens om deze gegevens in oppervlaktematen samen te vatten. Een bekend probleem bij het ruimtelijk samenvatten van de milieudruk op ecologische functies is dat het natuurbeleid zowel gebiedsgericht als soortengericht is. Dit betekent dat niet volstaan kan worden met bijvoorbeeld de oppervlakte van het gedeelte van de Ecologische Hoofdstructuur dat door de infrastructuur eventueel zou moeten verdwijnen. Er is de afgelopen jaren evenwel veel onderzoek gedaan naar vormen van natuurwaardering die in oppervlakte en kwaliteit zijn uit te drukken (vgl. Van Herwijnen, Janssen, Olsthoorn, & Boelens, 1997; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 1998). Zo heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (1998) voor de zogenoemde Leefomgevingsbalans de natuurwaarde van negen fysisch-geografische regio's in Nederland bepaald. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen niet-gedomesticeerde (bos, heide, duin, e.d.) en gedomesticeerde (grasland, e.d.) begroeiingstypen. Voor elk begroeiingstype zijn planten- en diersoorten gekozen om de kwaliteit ervan uit te drukken. De kwaliteit van een gebied is vastgesteld door deze te

vergelijken met een referentiesituatie, waarbij in het bijzonder is gelet op de natuurlijkheid en het voorkomen van de oorspronkelijke soorten en hun bijbehorende dichtheden. Op basis van steekproeven per gebiedstype wordt de kwaliteit ervan uitgedrukt als % van de gekozen referentie. Het product van het areaal natuur (kwantiteit) en haar natuurkwaliteit (het resterende percentage van 100% oorspronkelijke natuurkwaliteit) geeft de natuurwaarde.

Een apart aandachtspunt vormen de emissies naar bodem, water en lucht. Voor het combineren van emissies zijn besliskundige methoden beschikbaar die desgewenst in een oppervlakte-equivalent zijn uit te drukken (vgl. Janssen et al. 1999). Voor de bovengenoemde Leefomgevingsbalans zijn de belangrijkste fysische en chemische stressfactoren (verzuring, verdroging, verstoring, versnippering, e.d.) gerelateerd aan de kansen op het voortbestaan van specifieke planten- en diersoorten (bodemorganismen e.d.). Per ruimtelijke eenheid (gridcel) is vervolgens het aandeel van de soorten in een referentiesituatie bepaald dat bij een langdurig gelijkblijvende milieukwaliteit kan voorkomen (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 1998).

Voor de goede orde zij opgemerkt dat de landschappelijke waarden van een gebied hier als een sociaal en niet als een ecologisch verschijnsel worden behandeld (zie figuur 3.3).

De ont koppeling van het energiegebruik is beschreven in figuur 3.6. Dit betreft de mate waarin het project (of de situatie zonder project) invloed heeft op hogere schaalniveaus door het gebruik van fossiele brandstoffen om vervoersbewegingen mogelijk te maken. Een tamelijk gangbare indicator zijn de CO₂ emissies die in principe gerelateerd kunnen worden aan beleidsmatige reductiedoelstellingen. Hoewel figuur 3.6 daarvan geen voorbeelden biedt, wordt er in het kader van Duurzaam Bouwen ook aandacht aan energie besteed bij het tegen elkaar afwegen van specifieke maatregelen.

Figuur 3.6
Indicatoren voor het aspect ont koppeling energiegebruik.

Duurzaamheidsaspect: Ontkoppeling energiegebruik	
Omschrijving Mate waarin het project (of de situatie zonder project) de milieudruk op hogere schaalniveaus beïnvloedt door het gebruik van fossiele brandstoffen om vervoersbewegingen mogelijk te maken.	
Deelverzamelingen •Vervoersbewegingen •Aanleg •Onderhoud •Sloop	Voorbeelden uit planstudies emissies CO ₂ energieverbruik door verkeer bij hellingen al of niet gebruik van energieanalyse

Figuur 3.7 betreft ont koppeling van materiaalgebruik waarin het project (of eventueel de situatie zonder project) invloed heeft op hogere schaalniveaus door het gebruik van primaire grondstoffen om vervoersbewegingen mogelijk te maken. Voor dit onderwerp geldt dat in het kader van Duurzaam Bouwen maatregelen worden bekeken om niet alleen het gebruik van primaire grondstoffen te beperken, maar ook te zoeken naar manieren om kringlopen te sluiten.

Figuur 3.7
Indicatoren voor het aspect ont koppeling materiaalgebruik.

Duurzaamheidsaspect: Ontkoppeling materiaalgebruik	
Omschrijving Mate waarin het project (of eventueel de situatie zonder project) de milieudruk op hogere schaalniveaus beïnvloedt door het gebruik van primaire grondstoffen om vervoersbewegingen mogelijk te maken.	
Deelverzamelingen •Vervoersbewegingen •Aanleg •Onderhoud •Sloop	Voorbeelden uit planstudies geen voorbeeld, te denken valt aan slijtage banden hoeveelheid zeezand versus rivierzand mate waarin ecologische bestemming voor zandwinputten is gevonden energie-inhoud gebruikte materialen gewenste terugverdientijd bij milieuvriendelijke alternatieven

Figuur 3.8 betreft positieve koppelingen van de vervoersfunctie met sociale gebiedsfuncties. In de praktijk heeft dit vooral betrekking op het oppervlak van gebieden met een woonbestemming die beter bereikbaar worden. Blijkens de literatuur over het onderwerp bereikbaarheid (vgl. Rietveld & Bruinsma, 1998) zou het zinvol kunnen zijn om hier nog een wegingsfactor voor het reismotief aan te brengen, omdat bewoners aan de bereikbaarheid van hun gebied voor woon-werkverkeer wellicht meer waarde toekennen dan voor bijvoorbeeld recreatieverkeer.

Het valt voorts te overwegen om de oppervlakte woongebied dat beter bereikbaar wordt, een wegingsfactor voor woningdichtheid toe te kennen of alleen die gebieden mee te tellen waar ten minste een nader te bepalen minimum woningdichtheid bestaat. Het toepassen van een wegingsfactor is te rechtvaardigen met het argument dat de welvaartsverhoging door een betere bereikbaarheid in een gebied met hoge dichtheid meer mensen ten goede komt dan in een even groot gebied met lage dichtheid.

Een wegingsfactor kan evenwel onverwachte veranderingen te zien geven in het kaartbeeld van de beter bereikbare gebieden, tenzij in het kaartbeeld zowel de dichtheid als de betere bereikbaarheid van de gebieden wordt aangegeven.

Deze redenering over woningdichtheid is ook van toepassing bij de eerder besproken negatieve invloed van de milieudruk op de oppervlakte waardevol geacht woongebied. Het verdient dan ook aanbeveling om de positieve en de negatieve invloeden op dezelfde wijze, hetzij met hetzij zonder wegingsfactor, te behandelen.

Figuur 3.8
Indicatoren voor het aspect positieve koppeling met sociale gebiedsfuncties.

Duurzaamheidsaspect: Positieve koppeling vervoersfunctie met sociale gebiedsfuncties	
Omschrijving Mate waarin het project (of de situatie zonder project) invloed heeft op de oppervlakte van het gebied waar een waardevol geachte leefomgeving voor bewoners, recreanten en passanten beter bereikbaar wordt.	
Deelverzamelingen •Oppervlakte voor wonen •Oppervlakte voor recreatie •Oppervlakte voor landschap en cultuur	Voorbeelden uit planstudies bereikbaarheid woongebieden (reistijdverhouding OV/auto) verbetering toeristische recreatieve objecten

Figuur 3.9 behandelt de positieve koppeling van de vervoersfunctie met economische gebiedsfuncties. Het gaat hier om de oppervlakte waar waardevol geachte economische activiteiten beter bereikbaar worden. In principe gaat het dan om bedrijventerreinen, maar ook de bereikbaarheid van recreatiebedrijven kan economisch van belang zijn. Het is denkbaar een wegingsfactor te gebruiken die de toegevoegde waarde van bepaalde bedrijfstypen tot uitdrukking brengt, maar dat is niet toe te passen als ook de oppervlakte voor toekomstige bedrijfsvestigingen in aanmerking wordt genomen.

Een ander punt is nog de invloed van de infrastructuur op de economie buiten het beschouwde gebied. Op dit punt is enige voorzichtigheid geboden, omdat ingrepen in infrastructuur weliswaar het vestigingsgedrag van bedrijven beïnvloeden, maar dat die invloed doorgaans beperkt blijft tot verschuivingen binnen een regio (vgl. Rietveld & Bruinsma, 1998).

Figuur 3.9

Indicatoren voor het aspect positieve koppeling met economische gebiedsfuncties.

Duurzaamheidsaspect: Positieve koppeling vervoersfunctie met economische gebiedsfuncties	
Omschrijving Mate waarin het project (of de situatie zonder project) invloed heeft op de oppervlakte van het gebied waar waardevol geachte economische activiteiten beter bereikbaar worden	
Deelverzamelingen •Oppervlakte voor bedrijfterreinen •Oppervlakte voor landbouw •Oppervlakte voor infrastructuur	Voorbeelden uit planstudies verandering bereikbaarheid goederenvervoer, tijdswinst goede bereikbaarheid economisch belangrijk verkeer goede bereikbaarheid economisch belangrijk gebieden tijdelijke werkgelegenheid door aanleg

Tot besluit van deze reeks figuren wordt in 3.10 de positieve koppeling met ecologische gebiedsfuncties gepresenteerd. Dit is een onderwerp dat nog weinig aandacht heeft gekregen, maar dat zal in de toekomst veranderen. Zo kunnen in samenhang met werkzaamheden voor onderhoud en aanpassing van infrastructuur verbeteringen worden aangebracht die ecologische verbindingen herstellen. In dit verband valt bijvoorbeeld te denken aan een score in lengte of oppervlakte eenheden voor de verhouding tussen wenselijke en gerealiseerde maatregelen voor verbindingzones.

Figuur 3.10

Indicatoren voor het aspect positieve koppeling met ecologische gebiedsfuncties.

Duurzaamheidsaspect: Positieve koppeling vervoersfunctie met ecologische gebiedsfuncties	
Omschrijving Mate waarin de oppervlakte met waardevol geachte ecologische functies verandert door met het project samenhangende maatregelen die de ecologische functies uitbreiden of kwalitatief versterken	
Deelverzamelingen • Oppervlakte voor flora, fauna en ecosystemen	Voorbeelden uit planstudies geen voorbeeld; in samenhang met werkzaamheden voor onderhoud en aanpassing van infrastructuur valt te denken aan een score voor de verhouding tussen wenselijke en gerealiseerde maatregelen voor verbindingzones
•	mate waarin 'ecological engineering' is toegepast, bijvoorbeeld door regenwater van de weg in het gebied te benutten

3.4 Gefaseerde beoordeling van duurzaamheid

De vraag of een investering die de infrastructuur van een gebied verbetert, duurzamer is dan het achterwege laten van die investering, en zo ja welke oplossingsrichting, tracéalternatief, of uitvoeringsvariant dan het meest duurzaam zal zijn, impliceert dat duurzaamheid gefaseerd wordt beoordeeld. Dit brengt met zich mee dat de indicatoren die in de vorige paragraaf zijn beschreven, steeds op een lager schaalniveau en met meer detaillering moeten worden toegepast.

De indicatoren zullen in de beginfase van de besluitvorming over een investering in infrastructuur voornamelijk globaal worden ingevuld. Een zinvolle regel daarbij is dat kwantificering wordt toegepast waar dat mogelijk is. Het belangrijkste uitgangspunt moet evenwel zijn dat, hetzij kwantitatief hetzij kwalitatief, zo objectief mogelijk te werk wordt gegaan.

In de fase van de verkenningen is het van groot belang dat de relatief grote beslissruimte wordt gebruikt om de aspecten van duurzaamheid zo breed mogelijk in beschouwing te nemen. Dit stelt eisen aan zowel de ruimtelijke schaal als de termijn waarop invloeden van infrastructuur in beschouwing worden genomen.

De ruimtelijke schaal van de verkenning zal groot genoeg moeten zijn om verschillende oplossingsrichtingen tot hun recht te laten komen met het oog op de gewenste ontwikkelingen in verkeers- en vervoersrelaties binnen en tussen gebieden (vgl. Wijntjes et al., 1997). Hierbij is het van belang een goede kennis te hebben van de huidige situatie met betrekking tot de bereikbaarheid van de relaties, de potenties die een relatie heeft om zich in een bepaalde richting te ontwikkelen en de prognoses van de ontwikkelingen van de bereikbaarheid van relaties bij ongewijzigd beleid.

Ten tweede is het van belang dat niet alleen naar de directe maar ook naar de indirecte invloeden van een oplossingsrichting wordt gekeken, zoals de invloeden van infrastructuur op vestigingspatronen van bedrijven en huishoudens. Op dit niveau van strategische beslissingen past dan ook een lange-termijnperspectief op de maatschappelijke en ruimtelijke ontwikkeling van een gebied, met inbegrip van bijvoorbeeld de beoogde begrenzing van de Ecologische Hoofdstructuur.

Zoals in hoofdstuk 3 is opgemerkt, zijn vooral de indirecte invloeden van een oplossingsrichting niet eenvoudig te bepalen. Een mogelijkheid is dat gebruik

wordt gemaakt van scenarioanalyses waarin toekomstige ontwikkelingen in grondgebruik worden gemodelleerd.

Voor de inrichting van de ruimte in Nederland hangt veel af van enerzijds de vestigingsvoorkeuren van bedrijven en huishoudens en anderzijds de politieke wil om ruimtelijke ontwikkelingen te sturen. In feite zijn er dan ten minste vier onzekere factoren:

- 1) Welke economische en sociale ontwikkelingen zijn de komende decennia te verwachten?
- 2) Welke ruimtelijke neerslag zullen de economische en sociale ontwikkelingen krijgen?
- 3) In hoeverre is de politieke wil aanwezig om bijvoorbeeld een bepaald gebied open te houden?
- 4) In hoeverre is de overheid dan in staat om de door haar gewenste ruimtelijke inrichting af te dwingen?

Vooraf dit laatste punt, waarin verwachtingen over een sterke of zwakke overheid tot uitdrukking komen, is in feite nogal bepalend voor het resultaat van een scenarioanalyse. De analyse kan niettemin inzicht geven in de bandbreedte van de indirecte invloeden.

Een andere mogelijkheid is dat op basis van argumenten en oordelen van experts over invloedsrelaties een kwalitatieve schatting van de indirecte invloeden wordt gegeven.

Een fictief voorbeeld van een globale beoordeling van een oplossingsrichting naar duurzaamheid is opgenomen in figuur 3.11. De indicatoren zijn hier kwalitatief (in plussen en minnen) gescoord in vergelijking met de autonome ontwikkeling. Een dergelijke beoordeling dwingt ten minste tot nadenken over de indirecte invloeden (vgl. Nijkamp et al., 1999).

De matrix van figuur 3.11 biedt bovendien de mogelijkheid een onderscheid te maken tussen de directe invloeden van de oplossingsrichting als zodanig (in dit fictieve geval een autoweg) en de invloed van bijkomende maatregelen waarvan het effect op lange termijn zal optreden. Het directe verlies van gebied met een waardevolle ecologische functie wordt zichtbaar, naast de gedeeltelijke compensatie van dit verlies doordat elders een natuurgebied wordt ingericht.

De globale analyse die Nijkamp et al. (1999) van enkele projecten hebben gemaakt, suggereert dat de voor duurzaamheid relevante invloeden van infrastructuur sterk afhankelijk zijn van de aanvullende maatregelen, zoals de beoogde realisering van modal-shift beleid.

Het punt dat bij de beoordeling rekening moet worden gehouden met aanvullende maatregelen is in tweeërlei opzicht van belang. Ten eerste onderstreept dit nog eens dat een weloverwogen keuze moet worden gemaakt van de ruimtelijke schaal waarop de verkenningen worden uitgevoerd.

Ten tweede moet benadrukt worden dat de beoordeelde invloeden van de aanvullende maatregelen vaak berusten op *beoogde* effecten en dat die van de feitelijke effecten kunnen verschillen.

.....
Figuur 3.11

Fictief voorbeeld van globale beoordeling van oplossingsrichting naar duurzaamheid.

Matrix voor globale beoordeling van oplossingsrichting naar duurzaamheid in vergelijking met autonome ontwikkeling			
	Directe invloeden	Indirecte invloeden	Toelichting op indirecte invloed
Functionaliteit •functionele kwaliteit •flexibiliteit (rekening houdend met toekomstige opties)	++ +		
Relatieve/absolute ontkoppeling tussen vervulling van de vervoersfunctie en •milieudruk op waardevolle gebiedsfuncties •sociaal •economisch •ecologisch •energiegebruik •materiaalgebruik	+ - - - -	+ +	natuurverlies deels gecompenseerd modal-shift beleid gerealiseerd
Positieve koppelingen tussen vervulling van de vervoersfunctie en •sociale functies •economische functies •ecologische functies	+ ++	+	betere concurrentiepositie

Bij de overgang van verkenning naar planstudie wordt doorgaans een arbitraire keus gemaakt om het studiegebied af te bakenen. Bij rijkswegen is dat bijvoorbeeld een zone van enkele kilometers aan weerszijden van mogelijke tracés. Volgens Mooren (1996) is dat voor de meeste invloeden van het project bruikbaar, hoewel voor invloeden op het gebied van verkeer en ecologie soms een oprekking van het studiegebied nodig is. Op het niveau van planstudie is over de vervoersmodaliteit en de tracéalternatieven meer gedetailleerde informatie beschikbaar. Hierbij is het wenselijk gebruik te maken van Geografische Informatiesystemen om de invloeden van het infrastructureel project in het gebied ruimtelijk geaggregeerd te kunnen weergeven. Overigens worden deze informatiesystemen ook in de milieueffectrapportage in toenemende mate gebruikt (Mooren, 1996). Een punt van aandacht is hier het detailniveau van de ingebrachte informatie, omdat een schaalniveau van 1:5000 wenselijk is. Het punt is dat landelijke beleidsplannen en beleidskaarten omwille van het overzicht veel 'lokale afwijkingen' weglaten, en dat die op een schaal van 1:5000 juist heel belangrijk kunnen zijn (Mooren, 1996). Wanneer bij de verkenningen gebruik is gemaakt van landelijke beleidskaarten, kan uit de planstudie dus een wat ander beeld naar voren komen.

Op het niveau van tracéalternatieven zullen de indicatoren grotendeels aansluiten bij de informatie die thans in een Trajectnota/MER wordt gepresenteerd. Toch zijn er enkele belangrijke verschillen. Het eerste verschil is dat de indicatoren systematisch op inhoudelijke gronden worden ingedeeld. Het belang hiervan, ook voor de onderlinge vergelijkbaarheid van projecten, mag niet worden onderschat. Het ondervangt bijvoorbeeld het bekende bezwaar (vgl. Mooren, 1996) dat in MER-en voor rijkswegen vaak een criteriumgroep 'verkeer en vervoer' wordt gebruikt die louter berust op het feit dat de criteria op hetzelfde beleidsterrein betrekking

hebben. Het gevolg is dat de criteria barrièrewerking en reistijdwinst bij elkaar worden geplaatst hoewel ze vaak juist tegen elkaar in werken.

Het tweede verschil is dat de informatie over de invloeden van het project zoveel mogelijk in ruimtelijk geaggregeerde vorm wordt weergegeven. Dit sluit niet alleen beter aan bij het idee dat het bij duurzaamheid gaat om voorraden die beheerd worden, maar het geeft ook een overzichtelijker beeld van 'wat een weg doet in een gebied'. Bovendien kan bij het samenstellen van de ruimtelijk geaggregeerde indicatoren desgewenst rekening worden gehouden met de cumulatie van invloeden op bijvoorbeeld de woonfunctie van een gebied.

Op het niveau van uitvoeringsvarianten kan het beste aansluiting worden gezocht bij de beoordelingsmethoden die in ontwikkeling zijn voor het programma Duurzaam Bouwen in de Grond- Weg- en Waterbouw. In dat kader wordt door middel van Levenscyclusanalyse naar objectieve maatstaven gezocht voor de keuze van materialen en producten. Voor uitspraken over onderwerpen als het materiaalgebruik voor bruggen, dijkconstructies en verhardingsconstructies zijn de in dit hoofdstuk beschreven, aan ruimte gerelateerde indicatoren niet toereikend, en biedt een Levenscyclusanalyse betere mogelijkheden om tot gekwantificeerde vergelijkingen van de milieueffecten te komen.

Dat ligt wellicht anders voor maatregelen die in het kader van 'ecological engineering' kunnen worden genomen om de duurzaamheid van een uitvoeringsvariant te verbeteren, zoals door ecoducten. Een algemener punt dat wel bij de hier geschetste opzet past is het ambitieniveau dat bij duurzaam bouwen wordt nagestreefd en de gewenste terugverdientijd die bij de afweging van monetaire kosten en baten in aanmerking wordt genomen.

4 Duurzaamheidsindicatoren in het perspectief van de toekomst

4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is een aantal indicatoren uitgewerkt die het mogelijk maken om het begrip duurzaamheid te relateren aan beslissingen over infrastructuur. Op systematische wijze zijn de mogelijke gevolgen van investeringsbeslissingen in verband gebracht met respectievelijk de functionaliteit van de infrastructuur in een gebied, de positieve invloeden en de milieudruk die waardevolle gebiedsfuncties door een ingreep ondervinden, en de milieudruk die op hogere schaalniveaus wordt afgewenteld.

Door deze invloeden te expliciteren wordt een beeld gegeven van de voor duurzaamheid relevante aspecten van een beslissing. Het is dan aan de beslissers om te bepalen welk gewicht de onderscheiden aspecten in de schaal leggen, wanneer die tegen elkaar moeten worden afgewogen.

Omdat duurzaamheid betrekking heeft op de lange termijn, mag van de beslissers een visie op de toekomst worden verwacht die recht doet aan de huidige en de potentiële waarden die bij de investering in het geding zijn. In economische termen betekent dit dat de investering in infrastructuur de welvaart in de samenleving op lange termijn dient te maximaliseren onder de randvoorwaarden die voortvloeien uit het streven om dat welvaartsniveau ook duurzaam te laten zijn.

Hoewel het gebruik van de beschreven duurzaamheidsindicatoren een stap in deze richting vormt, moet benadrukt worden dat het op basis van de huidige kennis niet mogelijk is modelberekeningen te maken die laten zien hoe de welvaart kan worden gemaximaliseerd onder de randvoorwaarden die een duurzaam welvaartsniveau garanderen. Hiertoe zou bijvoorbeeld bekend moeten zijn welke bijdrage de natuur aan de welvaart levert en hoeveel natuur er minimaal zou moeten zijn om deze bijdrage te kunnen handhaven.

Door het ontbreken van deze kennis ligt de verantwoordelijkheid voor het afwegen van investeringen bij een beslisser die hierbij niet door modelberekeningen wordt ondersteund. Niettemin kan het denkmodel dat aan het maximaliseren van de welvaart verbonden is, toch een hulpmiddel zijn om de afweging op een zo verantwoord mogelijke manier te maken.

In de volgende paragraaf wordt dit denkmodel beknopt en op een voor niet-economen begrijpelijke wijze beschreven. Benadrukt wordt dat dit weliswaar een theoretisch model is, maar dat het zijn basis ontleent aan waarneembare veranderingen die in de maatschappij plaatsvinden.

4.2 Veranderende visies op de economie

Een van de belangrijkste kenmerken van het begrip duurzaamheid is dat het een abstract geformuleerde oplossing vormt voor problemen die in de samenleving heel concreet worden ervaren. Op allerlei manieren is bijvoorbeeld waarneembaar dat burgers, bedrijven en overheden 'gevoelig' zijn voor het schaarser worden van gebieden met een goede kwaliteit van natuur en milieu. Hierdoor is de afgelopen decennia het besef gegroeid dat de welvaart in de samenleving niet alleen wordt bepaald door het produceren van

4.2 volledig te bespreken, zodat met een aantal belangrijke punten wordt volstaan.

De productiefactor 'land' uit model 1 wordt in model 2 uitgewerkt als natuurkapitaal (EC) dat drie economische rollen vervult, namelijk (1) het verschaffen van hulpbronnen aan het economisch proces (aangeduid als ECp), (2) het verschaffen van directe milieudiensten (ECe), zoals klimaatbeheersing, maar ook schoonheidservaringen, en (3) het absorberen van afval (Wec). Waar in model 1 dus impliciet wordt aangenomen dat natuurlijke hulpbronnen en milieudiensten onbeperkt beschikbaar zijn, wordt in model 2 onderkend dat hier schaarste kan optreden.

Naast het natuurkapitaal worden in model 2 drie vormen van maatschappelijk kapitaal onderscheiden. Die betreffen (1) menselijk kapitaal (kennis, vaardigheden, gezondheid en motivatie), (2) fysiek geproduceerd kapitaal, en (3) sociaal-organisatorisch kapitaal, zoals het stelsel van juridische regels en eigendomsrechten dat een ordelijke samenleving mogelijk maakt.

Een ander verschil met model 1 is de expliciete toevoeging van afvalstoffen (W) ten gevolge van het economisch proces en de consumptie. Afval is direct van invloed op de welvaart (Wu), op de milieugoederen en diensten (We), en heeft een terugkoppelingsrelatie met de kapitaalvoorraden (Wc). Zo kan luchtverontreiniging op lokaal niveau tot smog leiden (We) en door atmosferische veranderingen het natuurkapitaal beïnvloeden (Wec).

Het belangrijkste verschil tussen beide visies is dat de welvaart in model 2 door meer bronnen wordt beïnvloed dan louter door de consumptie die in model 1 centraal staat. Tot de andere bronnen van welvaart behoren de kwaliteit van milieudiensten (Eu), de aard en de hoeveelheid afval (Wu) en de kwaliteit van het menselijk kapitaal (HCu) zelf.

Dit verschil heeft aanzienlijke consequenties voor de wijze waarop kan worden vastgesteld of de welvaart toeneemt. Volgens model 1 is de toename van welvaart eenvoudig een functie van een toename van productie en consumptie, zodat de bekende economische maat van het Bruto Nationaal Product (BNP) als een bruikbare indicator van welvaart kan worden beschouwd. Stijgt het BNP dan mag worden aangenomen dat de welvaart toeneemt.

Daarentegen laat model 2 zien dat een stijgend BNP ook zou kunnen samengaan met een per saldo afnemende welvaart door negatieve terugkoppelingen van factoren als afval, milieudegradatie of een samenleving die haar sociale basis verliest.

Kennis over veranderingen in het BNP is dus volgens model 2 ontoereikend om uitspraken over de ontwikkeling van de welvaart te kunnen doen. Hiertoe zouden ook de andere invloeden op de welvaart in beeld moeten worden gebracht.

Terugkomend op de in paragraaf 4.1 genoemde vraag welke investeringen de welvaart in de samenleving kunnen maximaliseren, is nu duidelijk dat die vraag volgens model 1 nog relatief eenvoudig te beantwoorden is. Gezocht moet worden naar de investeringen die het BNP maximaliseren. Volgens model 2 daarentegen ligt dit gecompliceerder.

Ten eerste worden er meer mogelijkheden onderscheiden die een relevante investering kunnen opleveren, zoals investeringen in mensen, in technologie of in vernieuwbare natuurlijke hulpbronnen, met het doel één of meer van de vier onderscheiden kapitaalvoorraden te vergroten.

Ten tweede is het moeilijker te bepalen wat de maximale welvaart is en onder welke omstandigheden die op lange termijn duurzaam kan worden gehandhaafd.

Het begrip duurzame ontwikkeling is volgens model 2 op te vatten als een raamwerk om de inzet van de verschillende vormen van kapitaal tegen elkaar

af te wegen, rekening houdend met veronderstellingen over de minimale omvang die het natuurkapitaal zou moeten hebben om zijn essentiële functies te kunnen handhaven. Vanuit deze visie wordt model 2 door milieu-economen in sterk vereenvoudigde vorm gebruikt om bijvoorbeeld uitspraken te kunnen doen over de vraag hoe een duurzaam Nederland er in het jaar 2030 uit zou kunnen zien (Verbruggen, 1996). Gebruik makend van veronderstellingen over de milieudruk die uit het oogpunt van duurzaamheid maximaal zou kunnen worden toegestaan, wordt gezocht naar economische structuren, zoals een versnelde milieutechnologische ontwikkeling, die tegen de laagste kosten een zo groot mogelijke welvaart opleveren.

4.3 Consequenties voor het gebruik van de indicatoren

Het denkmodel dat in de vorige paragraaf is beschreven, kan bij het gebruik van duurzaamheidsindicatoren een belangrijke rol vervullen, omdat het aangeeft tegen welke achtergrond ze zijn ontwikkeld. De pragmatische benadering van duurzaamheid die in paragraaf 2.3 uiteen is gezet, vormt een vereenvoudigde afspiegeling van model 2. Het denkmodel is evenwel niet alleen vereenvoudigd, maar ook op een specifiekere toepassing afgestemd. In model 2 zijn de sociale, economische en ecologische aspecten van duurzaamheid op een analytische wijze onderscheiden die in theorie toepasbaar is op allerlei investeringsbeslissingen. Het ruimtelijke karakter van beslissingen over infrastructuur komt in model 2 dan ook niet expliciet naar voren. Om recht te doen aan het ruimtelijk karakter van deze beslissingen is in paragraaf 2.3 de nadruk gelegd op de sociale, economische en ecologische gebiedsfuncties, en op de milieudruk die op hogere schaalniveaus wordt afgewenteld.

Het begrip ont koppeling dat in paragraaf 2. naar voren werd gehaald, betekent in termen van model 2 dat de negatieve terugkoppelingen van productie, consumptie en afval die milieudruk veroorzaken op het natuurkapitaal en de milieudiensten, zoveel mogelijk moeten worden beperkt. De in paragraaf 2.3 genoemde positieve koppeling met de gebiedsfuncties is in termen van model 2 als een positief effect van investeringen op te vatten.

Hoewel er dus vele overeenkomsten zijn met model 2, zijn de in hoofdstuk 3 gepresenteerde indicatoren niet één op één te relateren aan veranderingen in kapitaalvoorraden die een beslisser tegen elkaar kan afwegen. De relatie met bijvoorbeeld het natuurkapitaal geldt voor zover ecologische gebiedsfuncties deel uitmaken van de Ecologische Hoofdstructuur en voor zover die structuur weer kan worden opgevat als een noodzakelijke voorwaarde voor het handhaven van een natuurlijk evenwicht. Daarnaast is ook de milieudruk die op hogere schaalniveaus wordt afgewenteld, als een aantasting van het natuurkapitaal te beschouwen.

De sociale en economische gebiedsfuncties zijn in termen van model 2 op te vatten als mengvormen van menselijk kapitaal, geproduceerd kapitaal en sociaal-organisatorisch kapitaal. Analytisch gezien is dat minder zuiver, maar een belangrijk voordeel is dat de gebiedsfuncties herkenbare ruimtelijke eenheden vormen. De beslisser kan de aan deze gebiedsfuncties verbonden indicatoren dan ook op hun eigen waarde schatten.

Als laatste punt moet gewezen worden op de beperkingen van de in hoofdstuk 1 genoemde vraag die als leidraad bij de ontwikkelde indicatoren geldt. De vraag luidt of een investering die de infrastructuur van een gebied verbetert, duurzamer is dan het achterwege laten van die investering en zo ja welke oplossingsrichting, tracéalternatief of uitvoeringsvariant dan het meest duurzaam zal zijn.

Ondanks de relevantie van deze vraag voor praktische toepassingen moet worden opgemerkt dat het vanuit model 2 gezien voorbarig is om er vanuit te gaan dat louter naar investeringen in infrastructuur dient te worden gekeken (vgl. ook Folke, Hammer, Costanza, & Jansson, 1994, Verbruggen, 1996). Vanuit model 2 gezien zou in eerste instantie moeten worden vastgesteld welke milieudruk in een gebied uit het oogpunt van duurzaamheid maximaal kan worden toegestaan. Dat vergt een beleidsmatige keuze, rekening houdend met de kenmerken van het gebied en met het nationale beleid ten aanzien van de milieudruk die op de hogere schaalniveaus wordt afgewenteld. Gegeven die randvoorwaarden zou de vraag dan moeten luiden: welke combinatie van investeringen in respectievelijk het natuurkapitaal, het menselijk kapitaal, het geproduceerd kapitaal (met inbegrip van de fysieke netwerkinfrastructuur) of het sociaal-organisatorisch kapitaal van het gebied levert tegen de laagste kosten een zo groot mogelijke welvaart? Deze vraag is zonder verdere concretisering niet te beantwoorden, maar duidelijk is wel dat louter een investering in fysieke netwerkinfrastructuur dan niet per se de beste investering zal blijken te zijn.

Concluderend kan worden vastgesteld dat het gebruik van de duurzaamheidsindicatoren gezien moet worden in het perspectief van veranderende inzichten over de wijze waarop de samenleving welvaart creëert en de rol die de natuur hierbij speelt. Deze inzichten zijn weliswaar gebaseerd op concreet waarneembare maatschappelijke voorkeuren, maar hebben als zodanig een zeer abstract karakter.

In principe zou ervoor gekozen kunnen worden om een benadering uit te werken die analytisch gezien zuiverder aansluit bij de visie van model 2. Afgezien van de methodische problemen die daarvoor moeten worden opgelost, zou het resultaat voor een beslisser waarschijnlijk zo moeilijk te herkennen zijn dat dan steeds een vertaalslag nodig is om aan te geven wat dit nu voor een gebied inhoudt. De indicatoren die in hoofdstuk 3 zijn weergegeven, maken beter zichtbaar wat bijvoorbeeld een nieuwe weg voor een gebied betekent.

5 Het vervolgtraject

5.1 Verdere stappen

De onderwerpen die in deze studie zijn beschreven, maken duidelijk dat het streven naar duurzame ontwikkeling een bepaalde denkwijze vergt die de beoordelingscriteria van allerlei maatschappelijke beslissingen in een breder perspectief plaatst. De denkwijze berust op een abstracte analyse van de concrete problemen en knelpunten die zich in de maatschappij voordoen. Om de kloof tussen de abstracte analyse en de concrete praktijk op verantwoorde wijze te overbruggen, kunnen duurzaamheidsindicatoren een nuttige rol spelen.

Het denken in termen van duurzaamheid is sterk in beweging. Het ziet ernaar uit dat het in de toekomst net zo vanzelfsprekend wordt om naar ecologische verbeteringen van een infrastructureel project te zoeken, als het nu is om technische verbeteringen na te streven. Toch zal er bij beslissers steeds behoefte bestaan om de verschillende aspecten van duurzaamheid in hun onderlinge verhouding zichtbaar te maken en ontwikkelingen op de lange termijn in beschouwing te nemen.

Voor het daadwerkelijk gebruik van de duurzaamheidsindicatoren is nu een aantal stappen gezet. Er is een denkmodel beschreven en er is een raamwerk gemaakt, dat de basis vormt voor een systematisch opgezette, maar flexibel toepasbare meetstrategie van de voor duurzaamheid relevante aspecten van investeringsbeslissingen in infrastructuur. Voorts is aangegeven hoe dat raamwerk met aan ruimte gerelateerde indicatoren kan worden ingevuld. De combinatie van denkmodel en indicatoren vormt de kern van het beoogde kennisinstrument.

Verdere stappen om de duurzaamheidsindicatoren tot een voor de praktijk bruikbaar kennisinstrument te maken, vergen aandacht voor de volgende punten.

- Het verder toegankelijk maken van het achterliggend denkmodel voor degenen die met de indicatoren moeten werken.
- Het beschrijven van werkvormen met concrete voorbeelden van meetstrategieën en rekenwijzen alsmede van de daaraan verbonden interpretaties en conclusies.
- Het verkennen van mogelijkheden om het kennisinstrument organisatorisch te verankeren en te beheren.
- Het vaststellen van de mate waarin het kennisinstrument generaliseerbaar is naar alle vormen van 'droge' en 'natte' infrastructuur.

Benadrukt moet worden dat het verder toegankelijk maken van het achterliggende denkmodel een belangrijke voorwaarde is om een zinvol gebruik van duurzaamheidsindicatoren mogelijk te maken. De schets van de ecologisch geïnspireerde economische inzichten die in hoofdstuk 4 is gegeven, maakt duidelijk dat van een niet-ingevoerde lezer de nodige inspanning wordt gevergd om zich in deze materie te verdiepen. In de praktijk zal nog moeten worden beproefd hoe het denkmodel het beste kan worden overgedragen.

Het tweede punt betreft het beschrijven van werkvormen met concrete voorbeelden van meetstrategieën, rekenwijzen, interpretaties en conclusies. Het hoeft geen betoog dat indicatoren pas gaan 'leven' als ermee gerekend kan worden. Het rekenen met aan ruimte gerelateerde indicatoren vergt evenwel de nodige voorbereiding. De basisgegevens over de invloeden van een project in een gebied zullen via een Geografisch Informatiesysteem, zoals ArcView, in rastercellen moeten worden 'klaar gezet', waarna de verdere aggregatiestappen kunnen plaatsvinden om de indicatoren ruimtelijk samen te stellen, zodat ermee gerekend kan worden. Hier zal nog in de praktijk moeten worden beproefd welke tegenslagen kunnen optreden en hoe die het beste kunnen worden ondervangen.

Ten derde vergen de organisatorische verankering en het beheer van het kennisinstrument de nodige aandacht om te voorkomen dat het vroegtijdig in onbruik raakt. Bij alle onderscheiden aspecten van duurzaamheid is het voorts van belang om contacten te onderhouden met vakspecialisten. De verdere vormgeving en toepassing van de duurzaamheidsindicatoren vergt een breed samengesteld kennisnetwerk waarin de bereidheid bestaat om in multidisciplinair verband samen te werken.

Een volgend punt is de vraag in hoeverre het kennisinstrument bruikbaar is bij alle vormen van 'droge' en 'natte' infrastructuur. Hoewel het raamwerk van duurzaamheidsindicatoren en het achterliggend denkmodel zo zijn opgezet dat ze breed toepasbaar zijn, is dat niet daadwerkelijk getoetst. Om de eenvoud van het betoog te bevorderen is de weginfrastructuur als voorbeeld gebruikt en is de vervoersfunctie als functionele eenheid gekozen. Andere vormen van infrastructuur, zoals mainports, zijn in zoverre complexer dat ze meer dan één functie kunnen hebben.

Ten slotte moet nog gewezen worden op het belang van beleidskeuzes over de milieudruk die uit het oogpunt van duurzaamheid maximaal kan worden toegestaan, rekening houdend met de kenmerken van een gebied en met het nationale beleid ten aanzien van de milieudruk die op de hogere schaalniveaus wordt afgewenteld. Deze keuzes kunnen als referentieniveaus aan de duurzaamheidsindicatoren worden toegevoegd. Een aantal van deze keuzes is overigens al gemaakt en met name de beschermde status van bepaalde gebiedsdelen, zoals grondwaterbeschermingsgebieden, is ook uit het oogpunt van duurzaamheid van belang. Ze zijn er evenwel nog niet voor alle indicatoren.

5.2 Aanzet voor een projectplan

Gegeven het voorgaande verdient het aanbeveling om een prototype van het kennisinstrument (denkmodel en indicatoren) te maken op basis van een casestudie, waarin ten minste de verkenningfase en de planstudiefase van een investering in infrastructuur aan de orde komen. Hiervoor kan een project worden gekozen dat al in een verdere fase van besluitvorming verkeert, en dat in de tijd kan worden terug geplaatst, alsof bepaalde beslissingen nog niet genomen zijn. Een punt van aandacht is hierbij overigens dat er politieke gevoeligheden aan zo'n project verbonden kunnen zijn, die de behandeling als case belemmeren.

Een casestudie op het niveau van technische ontwerpfasen en uitvoeringsvarianten is waarschijnlijk minder zinvol gezien het feit dat de beoordelingsmethoden die worden ontwikkeld in het programma Duurzaam Bouwen in de Grond-, Weg- en Waterbouw, specifiek op het technische niveau zijn toegesneden. Hooguit kunnen de hier ontwikkelde, aan ruimte

gerelateerde indicatoren dienen als aanvulling op methoden als de Levenscyclusanalyse die doorgaans geen ruimtelijke component bevatten.

Het doel van de casestudie is om in wisselwerking met gebruikers een prototype van het kennisinstrument te maken. Het instrument dient aan te geven:

- hoe er op het niveau van verkenningen en planstudies over duurzaamheid kan worden gedacht,
- hoe dit tot uitdrukking kan worden gebracht in het raamwerk van de duurzaamheidsindicatoren,
- op basis van welke werkvormen de indicatoren zijn te berekenen,
- welke interpretaties en conclusies daaraan te verbinden zijn,
- en hoe de resultaten naar een volgende besluitvormingsfase zijn mee te nemen.

Het resultaat is een prototype van het kennisinstrument met als belangrijkste onderdelen:

- een uit het oogpunt van communicatie verantwoorde beschrijving van het denkmodel en het raamwerk van duurzaamheidsindicatoren, en
- een beschrijving van werkvormen met concrete voorbeelden van meetstrategieën, rekenwijzen, interpretaties en conclusies.

De werkzaamheden bij de casestudie zijn in een aantal stappen te faseren.

1. Oriëntatie op de case
2. Voorbereiding van een gesimuleerde toepassing van het kennisinstrument in de verkenningfase,
3. Uitvoering van de simulatie in wisselwerking met betrokkenen bij het infrastructureel project,
4. Voorbereiding van een gesimuleerde toepassing van het kennisinstrument in de planstudiefase,
5. Uitvoering van de simulatie in wisselwerking met betrokkenen bij het infrastructureel project
6. Veralgemeeniging van de resultaten in de vorm van een volledig uitgeschreven prototype.

Het tijdsbeslag van deze stappen, en vooral van stap 5, is sterk afhankelijk van een tweetal factoren. De eerste betreft de vorm waarin digitale informatie over het infrastructureel project beschikbaar is. De beschikbaarheid van digitale informatie is een vereiste, omdat anders veel te veel tijd zou moeten worden besteed aan het digitaliseren. Wanneer de informatie wel in digitale vorm beschikbaar is, moet ze geschikt worden gemaakt voor toepassing van ArcView. De tijd die dat kost hangt mede af van de medewerking van degenen die bij het infrastructureel project betrokken zijn. Dit is dan ook de tweede belangrijke factor. Hun medewerking kan de doorlooptijd van fasen 1, 3 en 5 aanzienlijk beïnvloeden.

Literatuur

- Barrow, C.J. (1997). *Environmental and social impact assessment; An introduction*. London: Arnold.
- Beinat, E. (1995). *Multiattribute value functions for environmental management*. Academisch Proefschrift. Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam.
- Boer, J. de, Bueno de Mesquita, H., Dekker, R., Langerak, L., Sol, V.M., & Aiking, H. (1999). *Gids voor beoordelingskaders (GBK)*. Gouda: LWI (Land Water Milieu Informatietechnologie), rapportnummer PD2-S 99.028/1 (eindrapport) en PD2-S 99.028/2 (bijlagen)
- Boer, J. de, Jansen, H.M.A., & Sol, V.M. (1999). *Naar een stelsel van duurzaamheidsindicatoren voor infrastructuur*. Delft: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde.
- Bogaerts, M., & Besseling, H. (1999). *Op weg in de 21e eeuw; beleidsonderzoek NVVP*. Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- Bossel, H. (1996). Deriving indicators of sustainable development. *Environmental Modeling and Assessment*, 1, 193-218.
- DHV Milieu en Infrastructuur (1999). *Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen Grond-, Weg- en Waterbouw*.
- Ekins, P. (1992). A four-capital model of wealth creation. In P. Ekins & M. Max-Neef (Eds.), *Real life economics; Understanding wealth creation* (pp. 147-155). London: Routledge.
- Farjon, J.M.J., Hazandonk, N.F.C., & Hoefnagel, W.J.C. (Red.) (1997). *Verkenning natuur en verstedelijking 1995-2020*. Wageningen: Informatie- en Kenniscentrum Natuurbeheer, Project natuurverkenning '97, achtergrondrapport 10.
- Folke, C., Hammer, M., Costanza, R., & Jansson, A. (1994). Investing in natural capital – Why, what, and how? In A. Jansson, M. Hammer, C. Folke, & R. Costanza (Eds.), *Investing in natural capital; the ecological economics approach to sustainability* (pp. 1-20). Washington: Island Press.
- Herwijnen, M. van (1999). *Spatial decision support for environmental management*. Academisch Proefschrift. Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam.
- Herwijnen, M. van, Janssen, R., Olsthoorn, A.A., & Boelens, J.J.M. (1997). *Ontwikkeling van ruimtelijke evaluatiemethoden voor gebiedsgericht milieu- en natuurbeleid*. Amsterdam: Instituut voor Milieuvraagstukken, rapport R97/07.
- Janssen, R. (1992). *Multiobjective decision support for environmental management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Janssen, R., Herwijnen, M. van, & Beinat, E. (1999). *BOSDA voor Windows. Een computerprogramma voor de ondersteuning van complexe keuzevraagstukken*. Amsterdam/Den Haag: Instituut voor Milieuvraagstukken/Ministerie van Financiën, Directie Begrotingszaken.
- Mooren, R. (1996). Appels en peren: het vergelijken van alternatieven. In *Milieu-effectrapportage, methoden, effecten en resultaten* (pp. 59-77). Best: Aeneas.
- Nijkamp, P., Ubbels, B., & Koetse, M. (1999). *Investerings in infrastructuur; 'Op nieuwe wegen richting duurzaamheid'*. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Publicatiereeks milieustrategie 1999/20.
- Projectbureau HSL-Infra (1994). *Nieuwe HSL nota, deelrapport 9. Beoordelingskader en vergelijking van tracévarianten*. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Projectbureau Rijksweg 73-Zuid (1997). *Duurzaam bouwen voor Rijksweg 73-Zuid: Op weg naar de toekomst*. Maastricht: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Limburg, Projectbureau Rijksweg 73-Zuid.
- Rietveld, P., & Bruinsma, F. (1998). *Is transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy*. Berlin: Springer.

-
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (1998). *Leefomgevingsbalans. Voorzet voor vorm en inhoud*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Rijkswaterstaat Directie Limburg (1993). *Trajectnota/MER Rijksweg 73-Zuid*. Maastricht: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Limburg.
- Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant (1998). *Trajectnota/MER Tangenten Eindhoven*. Den Bosch: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Noord-Brabant.
- Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland (1999). *Beleidsanalyse van gebiedsgericht beleid; De casus RZG van BIVV*. Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, hoofdrapport, deelrapporten 1 en 2.
- Verbruggen, H. (projectleider) (1996). *Duurzame Economische OntwikkelingsScenario's (DEOS) voor Nederland in 2030*. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Publikatiereeks milieustrategie nr. 1996/1.
- Wijntjes, C.M.J., Gerritsen, M.I.J., 't Hoen, A.L. (1997). *Doorgeschakeld; Van beleidsdoelstellingen naar concrete infrastructuurprojecten*. Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

Belangrijkste begrippen

Duurzame ontwikkeling

Een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie zonder daarmee voor toekomstige generaties de mogelijkheid in gevaar te brengen om ook in hun behoeften te voorzien.

Vanuit de milieu-economie wordt duurzaamheid zo opgevat dat het gezamenlijk vermogen van de onderscheiden kapitaalvoorraden (natuurkapitaal, menselijk kapitaal, geproduceerd kapitaal en sociaal/organisatorisch kapitaal) om welvaart te genereren in de loop van de tijd niet mag afnemen.

Maatschappelijk kapitaal

De cumulatief geproduceerde goederen, zoals machines, woningen en infrastructuur, het menselijk kapitaal, zoals gezonde en gemotiveerde personen met vakkennis, en het sociaal/organisatorisch kapitaal, zoals een juridisch stelsel dat een ordelijke samenleving mogelijk maakt.

Natuurkapitaal

Het vermogen van componenten en processen in het natuurlijk systeem om goederen en diensten te leveren die bijdragen tot het voortbestaan van de maatschappij.

Negatieve koppeling

Groei van de voorraden van het maatschappelijk kapitaal die leidt tot een afname van het natuurkapitaal.

Ontkoppeling

Toename van de omvang van een milieubelastende activiteit die gepaard gaat met een naar verhouding minder sterk toenemende milieudruk (*relatieve ontkoppeling*) of met een dalende milieudruk (*absolute ontkoppeling*).

Positieve koppeling

Positieve relatie tussen de verbetering van de ene en de andere functie van een gebied.

Welvaart

Welvaart betreft alle vormen van behoeftenbevrediging door materiële en immateriële goederen of diensten voor zover daarbij beslag wordt gelegd op schaarse, alternatief bruikbare middelen. Het genieten van een mooi uitzicht, bijvoorbeeld, wordt geacht welvaart op te leveren wanneer er tijd, geld en/of andere opofferingen zijn besteed om van dat uitzicht te kunnen genieten.